



**TRABAJO FIN DE MÁSTER EN BIOESTADÍSTICA**

**ANÁLISIS DE CONCORDANCIA EN LA  
MEDICIÓN DE LA CALIDAD DE SUEÑO Y  
LA SOMNOLENCIA DIURNA A TRAVÉS DE  
DOS MÉTODOS DE RECOGIDA DE DATOS  
DIFERENTES: SENSORES Y PERCEPCIÓN  
SUBJETIVA**

**JULIO 2021**

Rafael Sánchez del Hoyo

Tutoras:

María Jesús López Herrero (UCM),  
María Teresa Moreno Casbas (Investén - ISCIII)  
y Elvira Casado Ramírez (Ciber - ISCIII)



## ÍNDICE

<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>5</b>
<b>RESUMEN Y ABSTRACT .....</b>	<b>6</b>
Resumen .....	6
Abstract .....	7
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>12</b>
<b>3. METODOLOGÍA.....</b>	<b>13</b>
<b>3.1. Diseño de la muestra.....</b>	<b>13</b>
<b>3.2. Medición de la calidad del sueño por sensores (método objetivo).....</b>	<b>13</b>
<b>3.3. Medición de la calidad del sueño a través de cuestionarios auto-cumplimentados (método subjetivo) .....</b>	<b>16</b>
<b>3.4. Técnicas estadísticas .....</b>	<b>18</b>
3.4.1. Método gráfico de Bland y Altman.....	18
3.4.2. Índice kappa .....	20
3.4.3. Coeficiente de Correlación Intraclass .....	24
3.4.4. Modelos mixtos .....	26
<b>4. PRINCIPALES RESULTADOS .....</b>	<b>28</b>
<b>4.1. Herramienta de optimización de las bases de datos .....</b>	<b>28</b>
<b>4.2. Gráficos de Bland y Altman.....</b>	<b>30</b>
<b>4.3. Índices kappa.....</b>	<b>32</b>
<b>4.4. Coeficiente de Correlación Intraclass.....</b>	<b>33</b>
<b>4.5. Modelos mixtos.....</b>	<b>35</b>
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>38</b>
<b>6. DISCUSIÓN .....</b>	<b>39</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>42</b>
<b>8. ANEXOS</b>	<b>45</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Categorización de los índices IS, IV, CHS y RANorm recogidos por los sensores ACM Kronowise .....	15
Tabla 2.	Tabla categorización e interpretación de la escala de somnolencia diurna de Epworth	17
Tabla 3.	Distribución conjunta de las variables aleatorias X e Y clasificadas en t categorías	20
Tabla 4.	Distribución muestral de las variables aleatorias X e Y clasificadas en t categorías	22
Tabla 5.	Escala de interpretación del índice kappa propuesta por Landis y Koch (1977)	24
Tabla 6.	Escala de valoración de ICC propuesta por Portney & Watkins (2000) ..	25
Tabla 7.	Resumen de resultados recogidos durante una semana de un individuo concreto a raíz de los sensores.....	29
Tabla 8.	Resultados del índice kappa con pesos de Ciccetti y Allison (1971) entre las mediciones obtenidas a raíz de métodos subjetivos y objetivos, y sus respectivos intervalos de confianza al 95% .....	32
Tabla 9.	Resultados del índice kappa de Cohen (1960) entre las mediciones obtenida a través de métodos subjetivos y objetivos, y sus respectivos intervalos de confianza al 95%	33
Tabla 10.	Resultados de ICC entre las variables obtenidas a raíz de métodos subjetivos y objetivos .....	34
Tabla 11.	Resultados de los modelos mixtos con término independiente aleatorio de una y dos variables. ....	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Organización del sistema circadiano (1) .....	9
Figura 2.	Diseño del sensor ACM Kronowise® utilizado en el estudio.....	14
Figura 3.	Ejemplo de categorización en los informes obtenidos a raíz de los sensores. 16	
Figura 4.	Ejemplo de distribución de carpetas correspondiente a las provincias ....	28
Figura 5.	Ejemplo distribución de carpetas correspondientes a los centros de Huelva 28	
Figura 6.	Ejemplo parte de distribución de carpetas correspondientes a los sujetos del centro 1 de Huelva.....	29
Figura 7.	Gráficos de Bland y Altaman entre el índice PSQI y las medidas obtenidas a través de los sensores .....	30
Figura 8.	Gráficos de Bland y Altaman entre la escala ESS y las medidas obtenidas a través de los sensores.....	31
Figura 9.	Gráfico Q-Q de los residuos. Para comprobar normalidad. ....	36
Figura 10.	Gráfico de dispersión de los residuos frente a los valores predichos .....	37

## RESUMEN Y ABSTRACT

### Resumen

La combinación del envejecimiento de las sociedades y la tendencia a llevar un estilo de vida con alimentación irregular y horarios de sueño deficientes está aumentando la fragilidad de las personas mayores de 65 años. Este deterioro prolongado produce una cronodisrupción, un orden temporal interno de los ritmos circadianos bioquímicos, fisiológicos y de comportamiento. Esto puede tener graves consecuencias, no sólo a nivel individual sino también a nivel socioeconómico, afectando a los sistemas de atención sanitaria y de servicios sociales.

Objetivo: Conocer si existe algún grado de concordancia entre dos tipos de mediciones de la calidad del sueño: métodos subjetivos y métodos objetivos.

Método: Estudio descriptivo, en el que se reclutaron 480 sujetos de estudio de entre 65 y 80 años no ingresados y que acudieron a centros de Atención Primaria. Se midieron como variables principales la calidad de sueño y la somnolencia diurna. Se pretende sustituir un método por otro con la finalidad de eliminar el más costoso e incómodo.

Resultados: Hemos obtenido resultados que no avalan ningún grado de concordancia, ya que no fue posible encontrarlo entre las mediciones. Para cuantificar dicha concordancia se han utilizado: gráficos de Bland y Altman, índice kappa y coeficiente de correlación intraclass. Sin embargo, al ver que no había concordancia, nos centramos en buscar relación numérica entre las mediciones, y a través de modelos mixtos con término independiente aleatorio se ha intentado encontrarla. Por cada unidad que aumente el índice PSQI, disminuirá en 0,0016 el valor del índice de salud cronobiológica.

Palabras clave: Pittsburgh, Epworth, sueño, concordancia, modelos mixtos

## Abstract

The combination of ageing societies and the tendency to lead an irregular dietary lifestyle as well as poor sleeping schedules is increasing frailty in people over 65. This prolonged deterioration leads to chronodisruption, an internal temporal order of biochemical, physiological and behavioural circadian rhythms. This can have serious consequences, not only regarding individuals but also at a socio-economic level, affecting health care and social service systems.

Objective: Studying whether there is any degree of concordance between two types of sleep quality measurements: subjective and objective methods.

Methodology: Descriptive study in which 480 people aged between 65 and 80 years old who were not hospitalized and who visited primary care services. Sleep quality and daytime somnolence were measured as the main variables of the study. We meant to replace one method for the other so as to eliminate the most expensive and inconvenient method.

Results: Our results do not show any degree of concordance since it was not possible to find that between our measurements. In order to measure that concordance, Bland and Altman graphs, kappa index and intraclass correlation coefficient were used. However, after those results, we tried to find a numerical relationship between the measurements, and through mixed models with a random independent term, an attempt has been made to find it. For each unit increased in the PSQI index, the value of the chronobiological health index decreases by 0.0016.

Palabras clave: Pittsburgh, Epworth, sleep, concordance, mixed models

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde hace más de una década, el estudio de la cronobiología plantea retos encaminados a mejorar el estado de salud de la población. Como consecuencia, se podría pensar en relacionar también dicha disciplina con la planificación y provisión de servicios sociales y de salud.

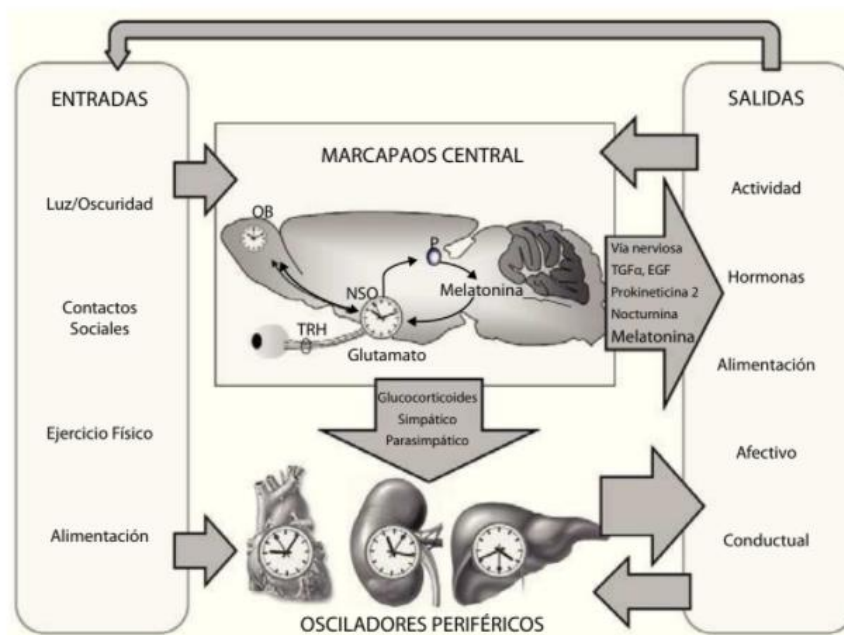
Los cambios en los hábitos de vida referidos a la actividad física, el aumento de los turnos en los horarios laborales, el sedentarismo y el incremento de la luminosidad que recibimos tanto durante el día como durante la noche, provocado por el uso constante de pantallas, son algunos de los factores que han contribuido a considerar que el estudio y determinación de variables relacionadas con la cronobiología pueden contribuir a una mayor calidad de vida, en especial la de las personas de edad avanzada en las que la cronodisrupción se ve aumentada.

En este sentido, se ha definido la cronodisrupción como una alteración relevante del funcionamiento de los ritmos circadianos bioquímicos, fisiológicos y de comportamiento (1). Como consecuencia de esta disrupción se podría deducir que las personas que la sufren pueden tener un envejecimiento prematuro (1).

Algunos autores asocian la cronodisrupción con una mayor y peor evolución del desarrollo de determinados tipos de cáncer. Así mismo, se relaciona con la aparición de varias características del síndrome metabólico. El funcionamiento del ciclo circadiano cambia con la edad y esto se debe a los cambios funcionales del organismo. Aunque la literatura que indica que la cronodisrupción tiene efectos adversos sobre el envejecimiento se encuentra aún en un constante desarrollo, sí existe un reconocimiento de que las alteraciones metabólicas principales están relacionadas con la cronodisrupción y, a la vez, de que existe relación entre las rutas metabólicas intracelulares y el envejecimiento.

La organización del sistema circadiano se asimila a un reloj central (1) que, para su correcto funcionamiento, necesita unas entradas periódicas, como son el ciclo luz-oscuridad, los contactos sociales, el ejercicio físico o la alimentación. Igualmente, existen unas salidas, como la temperatura corporal o el ritmo de actividad/reposo. La vía de información entre entradas y salidas está mediada por mecanismos nerviosos y humorales, entre los que destaca la hormona melatonina.





*Figura 1. Organización del sistema circadiano (1)*

Se puede afirmar que para evitar el desarrollo de cronodisrupción se deben fomentar unos ritmos de actividad-reposo regular (2), tener una buena exposición a la luz durante el día, seguir unos horarios fijos de comidas y contactos sociales, una alimentación equilibrada y una calidad del sueño aceptable. Todo ello fomentará el establecimiento de un envejecimiento saludable (1).

España, al igual que otros países de su entorno, cuenta con una pirámide poblacional cada vez más envejecida. De hecho, se estima que para 2050 las personas de más de 65 años correspondan al 30% del total de la población, acarreado una mayor prevalencia de enfermedades crónicas y de dependencia, asociadas a estos grupos etarios más envejecidos.

Por otro lado, la tendencia es que el estilo de vida que prevalecerá en nuestra sociedad será cada vez más irregular, tanto en lo que respecta a la dieta como a los hábitos de higiene de sueño, factores a los que hay que añadir un incremento paulatino del sedentarismo. La suma de estos elementos tiene un impacto negativo también en los ritmos circadianos. Este deterioro interno de los ritmos circadianos biológicos, psicológicos y comportamentales puede provocar la aparición de la cronodisrupción, lo que conlleva efectos perjudiciales en el proceso de envejecimiento individual.

El envejecimiento de la población, unido al estilo de vida descrito, produce un incremento de la fragilidad en la población de más de 65 años. Fragilidad es una entidad clínica entendida como la falta efectiva para reparar mecanismos que mantienen la homeostasis

(3). Esta fragilidad clínica puede conducir a la acumulación de daño celular y, finalmente, tener repercusiones en diversos sistemas psicológicos.

Las consecuencias del aumento de la fragilidad clínica son serias tanto para el individuo que la padece, -que contará con una peor calidad de vida-, como para la comunidad, -que verá afectado su nivel socioeconómico-, debido a que una mayor fragilidad está asociada a una mayor morbilidad, una temprana mortalidad y a un alto uso de los recursos sociales y de salud. Existen estudios que estiman que la prevalencia de la fragilidad clínica está en torno al 11% en la población mayor de 65 años y esta cifra aumenta al 25% en la población mayor de 80 años (4).

Considerando que la fragilidad clínica es una situación que tiene consecuencias negativas y que puede ser prevenible e incluso reversible si ya se ha producido, parece razonable pensar en el posible establecimiento de modelos predictivos que permitan su prevención y reversibilidad.

Como se ha indicado con anterioridad, esta fragilidad clínica está directamente relacionada con la cronodisrupción, la cual está ligada a elementos fácilmente identificables y modificables a través de la educación en salud y, por tanto, asociada a cambios en los hábitos del individuo.

La prevención y la reversión de la cronodisrupción llevan consigo una mejora de problemas de salud, tanto físicos como psicológicos.

Ante una detección precoz de la cronodisrupción y, por tanto, de la fragilidad clínica, cabe pensar en la elaboración de un cuestionario que permita una medición subjetiva de los diferentes indicadores: calidad del sueño, somnolencia diurna, actividad física, tipo de alimentación, etc.

Sin embargo, la detección precoz de la cronodisrupción, identificando factores de riesgo, se puede realizar con el uso de las nuevas tecnologías, como ya ha demostrado la European Innovation Partnership on Active and Healthy Aging (EIP en AHA) (5), una iniciativa que, a través de métodos innovadores, dan resultados válidos.

Para tener la certeza de que los resultados de métodos objetivos y métodos subjetivos de análisis son comparables, es necesario realizar un estudio comparativo de ambos. Tal como se ha definido en anteriores estudios, para conocer la fragilidad clínica de un individuo es interesante conocer la calidad del sueño (6).

Existe ya tecnología que permite hacer una medición objetiva a través de un dispositivo desarrollado por el Laboratorio de Cronobiología de la Universidad de Murcia que

registra los indicadores necesarios para hacer una predicción de la existencia de cronodisrupción y, por tanto, de la fragilidad clínica.

Las mediciones por métodos subjetivos suelen hacerse a través de cuestionarios validados. Los parámetros a medir serán el índice de calidad de sueño de Pittsburgh y la escala de somnolencia diurna de Epworth.

El presente estudio quiere poner de manifiesto la concordancia o no de ambos métodos cuando se trata de determinar la calidad del sueño y la somnolencia diurna de individuos entre 65 y 80 años, como una vía para tener mayor certeza en la elección del método, es decir, si es posible elegir el método menos costoso sin la necesidad de hacer el otro.

El término **concordancia** proviene del verbo latino *concordare*, cuyo significado hace referencia a que hay ‘correspondencia o conformidad de una cosa con otra’ (7). Su importancia en el área de la salud reside en que existen diversas maneras de valorar los fenómenos de la naturaleza y, por tanto, aparecen distintas aproximaciones o métodos diagnósticos usados para medir los mismos fenómenos o enfermedades. La concordancia tiene importancia cuando se desea conocer si con un método nuevo, diferente al habitual, se obtienen resultados equivalentes de tal manera que, eventualmente, uno y otro puedan ser remplazados o intercambiados, ya sea porque uno de ellos es más sencillo, menos costoso y más costo-efectivo o porque uno de ellos resulta más seguro para el paciente, entre otras múltiples razones (8). En términos generales, la concordancia es el grado en que dos o más observadores, métodos, técnicas u observaciones están de acuerdo sobre el mismo fenómeno observado (9). Así, la concordancia no evalúa la validez o la certeza sobre una u otra observación con relación a un estándar de referencia dado, sino cuán acordes están entre sí dichas observaciones sobre un mismo fenómeno (8).

Se trata de perseguir eficacia y eficiencia en las acciones que se emprendan en la búsqueda de la calidad de vida relacionada con la salud y la optimización de los recursos disponibles.

## **2. OBJETIVOS**

- Conocer el grado de concordancia entre medidas de calidad del sueño medido a través de escalas auto-cumplimentadas (percepción subjetiva) y medidas obtenidas a través de métodos objetivos (sensores) empleando métodos estadísticos
- Explorar las posibles interrelaciones, empleando métodos gráficos, entre medidas de calidad del sueño medido a través de escalas auto-cumplimentadas (percepción subjetiva) y medidas obtenidas a través de métodos objetivos (sensores).
- Proponer e implantar una herramienta de optimización y mejora de las bases de datos utilizadas.

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Diseño de la muestra**

La población de estudio son personas de entre 65 y 80 años no institucionalizadas, adscritas a centros de salud públicos y que acudieron a centro de Atención Primaria. Se recogieron datos relativos al sueño, actividad física y fragilidad entre septiembre de 2017 y diciembre de 2018 en un total de cinco centros de salud distribuidos por las ciudades de Lugo, Huelva y Ponferrada (León). Se estimó una población inicial de 480 sujetos, aceptando un porcentaje de pérdidas del 10%.

Tras las pérdidas, la muestra se redujo a los 433 individuos. En este trabajo solo se han utilizado la información referida al sueño y actividad física.

Los criterios de exclusión fueron la existencia de deterioro cognitivo de moderado a severo y la inestabilidad clínica. Todos los participantes fueron voluntarios y firmaron un consentimiento informado, que contó con la aprobación del Comité de Ética del Instituto de Salud Carlos III. La recogida y análisis de los datos se hizo en el marco de ModulEn, un proyecto piloto financiado por el Programa Interreg de la Fundación CSIC, en el que, a nivel nacional, participó la Unidad de Investigación en cuidados y servicios de salud (Investén-isciii) y la Unidad de Telemedicina del Instituto de Salud Carlos III y el Laboratorio de Cronobiología de Murcia.

#### **3.2. Medición de la calidad del sueño por sensores (método objetivo)**

Las mediciones obtenidas a través del método objetivo se han obtenido mediante el uso de sensores de sueño ACM Kronowise®, diseñados por el Laboratorio de Cronobiología de la Universidad de Murcia y cuya patente pertenece a la empresa Kronohealth S.L. Estos dispositivos portables, llamados actímetros, se colocan en la muñeca y se asemejan a las pulseras ‘fit beat’ desarrolladas por las grandes empresas tecnológicas. Kronowise estudia el comportamiento de variables sanitarias y basa sus resultados en la temperatura periférica del sujeto y en la cantidad de luz/oscuridad recibida y no en el ritmo cardíaco como es el caso de las pulseras de sueño ampliamente conocidas por la población.



*Figura 2. Diseño del sensor ACM Kronowise® utilizado en el estudio*

Tras la medición, que debía registrar los hábitos de, al menos, una semana completa (7 noches) la plataforma desarrollada por Kronohealth, conocida como Kronowizard, crea un informe individualizado del sistema circadiano y del sueño del que se obtienen los datos utilizados en el proyecto ModulEn y en este estudio. Esto provoca que, algunos de los procedimientos de cálculo de las variables que aparecen en el informe son secreto industrial y su concepción no se puede difundir. Sin embargo, los sensores ACM Kronowise® están estudiados y validados (10)(11).

Los sensores miden sueño, luz, temperatura, actividad física y posición. Con estas mediciones, se describe una nueva variable que consiste en un análisis integrado de dichas variables, denominada TAP, que responde a Temperatura, Actividad y Posición (12). Además, cada una de estas variables, se desglosa en una serie de índices continuos, calculados por Witting (13), que están comprendidos entre 0 y 1. Se han tomado como referencia los siguientes:

- **Estabilidad interdiaria (IS):** cuantifica la estabilidad del ritmo entre los distintos días de registro, es decir, mide su regularidad. Toma valor 1 cuando la estabilidad interdiaria es perfecta, es decir, cuando la onda se repite exactamente igual cada día (2).
- **Variabilidad intradiaria (IV):** indica la fragmentación del ritmo, y depende de la frecuencia y extensión de transiciones entre los valores altos y bajos. Toma valor 0 cuando la variabilidad intradiaria es perfecta (2).
- **Índice de salud cronobiológica (CHS):** representa el estado de salud del sistema circadiano del individuo. Se calcula a raíz de IS e IV. Toma valor 1 cuando el índice de salud cronobiológica es perfecto (2).

- **Amplitud relativa normalizada (RANorm):** cuantifica los contrastes entre el día y la noche. Toma valor 1 cuando la amplitud relativa normalizada es perfecta (2).

En la siguiente tabla se representan las categorizaciones que se han aplicado a los índices para el análisis de concordancia:

Índices	Nº categorías	Categorización	Índices	Nº categorías	Categorización
CHS	2	[0,00 - 0,70) = 1	IV	2	[0,00 - 0,02] = 0
		[0,70 - 1,00] = 0			(0,02 - 1,00) = 1
	3	[0,00 - 0,60) = 2		3	[0,00 - 0,03) = 0
		[0,60 - 0,70) = 1			[0,03 - 0,04) = 1
		[0,70 - 1,00) = 0			[0,04 - 1,00] = 2
	5	[0,00 - 0,50) = 4		5	[0,00 - 0,01) = 0
		[0,50 - 0,60) = 3			[0,01 - 0,02) = 1
		[0,60 - 0,70) = 2			[0,02 - 0,03) = 2
		[0,70 - 0,80) = 1			[0,03 - 0,04) = 3
		[0,80 - 1,00] = 0			[0,04 - 1,00] = 4
IS	2	[0,00 - 0,50) = 1	RANorm	2	[0,00 - 0,50) = 1
		[0,50 - 1,00] = 0			[0,50 - 1,00] = 0
	3	[0,00 - 0,45) = 2		3	[0,00 - 0,30) = 2
		[0,45 - 0,50) = 1			[0,30 - 0,50) = 1
		[0,50 - 1,00] = 0			[0,50 - 1,00] = 0
	5	[0,00 - 0,40) = 4		5	[0,00 - 0,20) = 4
		[0,40 - 0,45) = 3			[0,20 - 0,30) = 3
		[0,45 - 0,50) = 2			[0,30 - 0,50) = 2
		[0,50 - 0,55) = 1			[0,50 - 0,60) = 1
		[0,55 - 1,00] = 0			[0,60 - 1,00] = 0

*Tabla 1. Categorización de los índices IS, IV, CHS y RANorm recogidos por los sensores ACM Kronowise*

La categorización se ha determinado tomando como ejemplo los gráficos de los informes de salud cronobiológica que compendian los datos recogidos por el sensor (Anexo I):



*Figura 3. Ejemplo de categorización en los informes obtenidos a raíz de los sensores.*

### **3.3. Medición de la calidad del sueño a través de cuestionarios auto-cumplimentados (método subjetivo)**

Las mediciones realizadas mediante métodos subjetivos se han obtenido a través de cuestionarios auto-cumplimentados que se les realizaron a los sujetos de estudio. Entre las variables a recoger, se incluyeron cuestionarios validados sobre la calidad de sueño y sobre la somnolencia diurna sentida por los participantes.

La calidad de sueño se midió con el **Pittsburgh** Scale Quality Index (PSQI) (Anexo II), que incluye preguntas referentes a los hábitos de sueño, como las horas de acostarse y levantarse o los despertares nocturnos y sus motivos. Se compone de un total de 19 preguntas, que generan 7 componentes, cuya suma da como resultado una puntuación global a la que se le llama índice de calidad del sueño de Pittsburgh. Dicho índice, toma valores entre 0 y 21, siendo menor la calidad del sueño cuanto mayor sea el resultado. (14).

Para categorizar el índice Pittsburgh, se han utilizado 3 métodos distintos, dividiéndolos en 2, 3 y 5 categorías.

- Dos categorías: se ha categorizado dando valor 0 cuando es menor o igual a cinco ( $PSQI \leq 5$ ), y 1 si es mayor ( $PSQI > 5$ ) (14).
- Tres categorías: se ha categorizado dividiendo en tres tramos de igual dimensión. Se ha otorgado dando el valor 0 cuando es menor o igual a siete ( $PSQI \leq 7$ ), valor 1 cuando es mayor o igual que 8 y menor o igual que 14 ( $8 \leq PSQI \leq 14$ ) y valor 2 cuando es mayor o igual que 15 ( $PSQI \geq 15$ ).
- Cinco categorías: se ha categorizado dividiendo en cinco tramos prácticamente de similar dimensión, es decir, dando el valor 0 cuando es menor o igual que 3 ( $PSQI \leq 3$ ), valor 1 cuando está entre 4 y 7 ( $4 \leq PSQI \leq 7$ ), valor 2 cuando está



entre 8 y 11 ( $8 \leq \text{PSQI} \leq 11$ ), valor 3 cuando está entre 12 y 15 ( $12 \leq \text{PSQI} \leq 15$ ) y valor 4 cuando es mayor o igual a 16 ( $\text{PSQI} \geq 16$ ).

Las dos últimas categorizaciones se han realizado ante la falta de concordancia entre las mediciones, y como posible exploración de nuevas opciones que pudieran reflejarla ya que, a nivel clínico, tendría sentido que dos variables que miden lo mismo de forma distinta concuerden.

Además de utilizar dicha categorización para el estudio de concordancia, también se ha estandarizado el índice PSQI, es decir, se restado la media y dividido por la desviación típica.

La somnolencia diurna se ha estudiado mediante la Epworth Sleepiness Scale (ESS), escala creada mediante la realización de preguntas relacionadas con el grado de somnolencia provocado por actividades de la vida cotidiana como leer, ver la televisión o hablar con otra persona (15).

Forman un total de 8 preguntas con 4 respuestas cada una, esas respuestas tienen una puntuación (0: sin posibilidad de adormecerse, 1: ligera posibilidad de adormecerse, 2: posibilidad moderada de adormecerse y 3: posibilidad alta de adormecerse)(15). Sumando las puntuaciones de las 8 preguntas, se obtiene un valor comprendido entre 0 a 24 y posteriormente categorizado (Anexo III).

Categorización	Interpretación
0 - 6 puntos	Sueño normal
7 - 8 puntos	Somnolencia media
9 - 24 puntos	Somnolencia anómala (posiblemente patológica)

*Tabla 2. Tabla categorización e interpretación de la escala de somnolencia diurna de Epworth*

Además de hacer un análisis con la variable de somnolencia diurna de Epworth (3 categorías), se ha realizado un análisis con dicha variable, uniendo las categorías de “sueño normal” y “somnolencia media”, para así tener una variable dicotómica.

Ambos índices, tanto el de calidad de sueño de Pittsburgh, como la escala de somnolencia diurna de Epworth tienen un sesgo de memoria, ya que las preguntas que se le hacen a los individuos son preguntas referidas a circunstancias de una semana o un mes atrás. Por ejemplo, en el índice de Pittsburgh se hace referencia a los problemas para dormir durante

los últimos meses debidos a no respirar bien, tener demasiado frio o demasiado calor, entre otros. (15).

### 3.4. Técnicas estadísticas

En nuestro estudio se pretende evaluar como concuerdan las medidas obtenidas por los métodos objetivos y subjetivos ya citados anteriormente, de forma que, si fuera posible, el método subjetivo pueda ser sustituido por el objetivo, ya que este último es mucho más costoso. Cada individuo tiene asignado un valor, inicialmente cuantitativo y con distinta escala en cada método, que posteriormente se ha categorizado en 2, 3 y 5 categorías para poder observar la concordancia entre las mediciones con índices apropiados tanto para variables categóricas como cuantitativas. También se han estandarizado las variables para corregir el problema de que sean a distinta escala.

A continuación, se resumen las características principales de las técnicas estadísticas que hemos empleado en nuestro estudio.

#### 3.4.1. Método gráfico de Bland y Altman

Uno de los procedimientos gráficos más sencillos para evaluar la concordancia entre dos medidas cuantitativas es el propuesto por Bland y Altman (1983). Consiste en representar gráficamente las diferencias entre dos mediciones (eje y) frente a sus medias (eje x) (16).

En el caso de mayor concordancia, cuando las medidas cuantitativas son idénticas, el método gráfico de Bland y Altman (B-A) conduce a gráficos con diferencias nulas sobre todos los promedios. Por el contrario, cuanto mayor sean las diferencias entre las medidas, el gráfico de B-A estará más alejado del valor cero.

Este hecho, motiva la introducción de unos límites de concordancia para poder tener idea del acuerdo entre mediciones. Habitualmente estos límites se definen de la siguiente forma (17):

$$\text{Límites de concordancia} = \overline{X - Y} \pm Z_{\alpha/2} sd(\overline{X - Y})$$

Siendo,  $\overline{X - Y}$  la media de las diferencias entre mediciones,  $Z_{\alpha/2}$  el valor crítico y  $sd(\overline{X - Y})$  la desviación de las medias de las diferencias.

Observamos que cuanto mayor sea el tamaño de la muestra, más próximos estarán los límites.

Hay que recalcar, que los límites de concordancia que se definen son una copia de los habituales y que no tienen por qué ser aceptables, es decir, los límites de concordancia simplemente describen un posible error (17). La decisión final no depende únicamente del valor de la máxima diferencia observada entre las variables y, en este sentido, los límites se deberían definir a priori, basándose en la necesidad clínica o en consideraciones biológicas. Adicionalmente, se suele asociar a los límites de concordancia sus respectivos límites superior e inferior, que se pueden vincular en un sentido intuitivo como los “intervalos de confianza” de los límites de concordancia.

En el caso de que las diferencias entre las dos mediciones no sean clínicamente relevantes, uno de los métodos podría ser sustituido por el otro.

#### Ventajas del método gráfico de Bland y Altman:

- Forma rápida y sencilla de ver la concordancia entre dos mediciones, de ahí que haya sido el primer método utilizado para observar la concordancia entre las mediciones de los distintos métodos.
- El método se puede aplicar a cualquier tipo de variables, independientemente de la distribución que sigan (17).

#### Limitaciones método gráfico Bland y Altman:

- Asume que las varianzas de ambas mediciones sean relativamente semejantes, en el caso de que esto no suceda, dos mediciones pueden concordar bastante bien y que el gráfico no lo identifique.
- Es un método meramente gráfico, no tiene validez estadística como tal.

#### Interpretación método Bland y Altman:

Se entiende que nuestras dos mediciones son concordantes cuando la gran parte de los datos se encuentran entre los límites de concordancia, o simplemente que las diferencias tomen valores cercanos al cero. Por el contrario, se entiende que las dos mediciones no son concordantes cuando la mayor parte de los datos se encuentra fuera de los límites de concordancia, o las diferencias toman valores muy lejanos a 0.

### 3.4.2. Índice kappa

El índice kappa es un índice relativo y corregido de concordancia, ya que elimina el efecto de la concordancia debida al azar. Se utiliza para calcular la concordancia entre dos métodos (mediciones), representados mediante variables categóricas. Este índice es de gran interés ya que en el ámbito de las ciencias de la salud es muy frecuente encontrar problemas de concordancia entre pruebas diagnósticas o entre mediciones realizadas por distintos especialistas/investigadores.

Este índice depende estrictamente de las coincidencias en cada categoría, corregidas por las probabilidades de las coincidencias debidas al azar.

A nivel teórico, para comparar la concordancia se consideran dos variables aleatorias que representan las mediciones alternativas, X e Y, de una característica individual que clasifica a los individuos en t categorías.

La información teórica se resume mediante la distribución conjunta de ambas variables y es la siguiente:

		Y						
Categoría		1	2	...	j	...	t	Total
X	1	$\pi_{11}$	$\pi_{12}$	...	$\pi_{1j}$	...	$\pi_{1t}$	$\pi_{1.}$
	2	$\pi_{21}$	$\pi_{22}$	...	$\pi_{2j}$	...	$\pi_{2t}$	$\pi_{2.}$
	...	...	...	...	...	...	...	...
	i	$\pi_{i1}$	$\pi_{i2}$	...	$\pi_{ij}$	...	$\pi_{it}$	$\pi_{i.}$
	...	...	...	...	...	...	...	...
	t	$\pi_{t1}$	$\pi_{t2}$	...	$\pi_{tj}$	...	$\pi_{tt}$	$\pi_{t.}$
	Total	$\pi_{.1}$	$\pi_{.2}$	...	$\pi_{.j}$	...	$\pi_{.t}$	1

Tabla 3. Distribución conjunta de las variables aleatorias X e Y clasificadas en t categorías

siendo  $\pi_{ij} = P[X = i; Y = j]$ ;  $\pi_{i.} = P[X = i]$ ;  $\pi_{.j} = P[Y = j]$

Si hay un acuerdo perfecto esta distribución centra su masa en la diagonal, es decir, cuando ambos métodos conducen a la misma clasificación. Por el contrario, si la distribución no se encuentra en la diagonal, significa que hay desacuerdos entre las mediciones de ambos métodos. Para evitar que todos los desacuerdos penalicen la medida de concordancia por igual, se introducen pesos que valoran la concordancia perfecta con

el peso máximo y van dando menos peso a medida que los desacuerdos sean menos importantes (8).

Los pesos asignan la importancia del acuerdo cuando el individuo se coloca en la categoría  $i$  con la alternativa  $X$  y en la categoría  $j$  con la alternativa  $Y$ . Denotamos este peso por  $w_{ij}$  y los definimos de modo que verifiquen las siguientes condiciones (18):

- $w_{ij} = 1$  cuando  $i = j$
- $0 < w_{ij} < 1$  cuando  $i \neq j$
- $w_{ij} = w_{ji}$

En la literatura hay varias formas de definir los pesos (18):

- Cohen (1960):  $w_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{para } i = j \\ 0 & \text{para } i \neq j \end{cases}$
- Cicchetti and Allison (1971):  $w_{ij} = 1 - \frac{|i-j|}{t-1}$
- Fleiss and Cohen (1973):  $w_{ij} = 1 - \frac{(i-j)^2}{(t-1)^2}$

La medida de la concordancia que presentamos se define de la siguiente forma:

$$k_w = \frac{\Pi_0 - \Pi_c}{1 - \Pi_c}$$

siendo  $\Pi_0 = \sum_{i=1}^t \pi_{ii}$ ;  $\Pi_c = \sum_{i=1}^t w_{ij} \pi_{i.} \pi_{.i}$ ; donde  $\Pi_0$  es la concordancia observada,  $\Pi_c$  es concordancia esperada por azar,  $1 - \Pi_c$ , representa la concordancia máxima posible no debida al azar, y  $t$  representa el número de categorías.

La elección de pesos de Cohen, conduce al índice introducido por Cohen (índice kappa de Cohen 1960) que solo tiene en cuenta las coincidencias totales entre las dos clasificaciones, por lo que el índice kappa de Cohen es un caso particular del índice kappa. En el caso de que se esté utilizando variables dicotómicas, independientemente del valor de pesos que se tenga, el índice kappa va a ser igual al índice kappa de Cohen, por lo que no aplica pensar en los pesos cuando se quiere ver la concordancia entre dos variables dicotómicas.

Centrándonos en el tratamiento muestral, dada una muestra de variables aleatorias que representan las mediciones de  $X$  e  $Y$  para  $n$  individuos, la información muestral se resume del modo siguiente (19):

Categoría		Y						Total
		1	2	...	j	...	t	
X	1	$p_{11}$	$p_{12}$	...	$p_{1j}$	...	$p_{1t}$	$p_{1.}$
	2	$p_{21}$	$p_{22}$	...	$p_{2j}$	...	$p_{2t}$	$p_{2.}$
	...	...	...	...	...	...	...	...
	i	$p_{i1}$	$p_{i2}$	...	$p_{ij}$	...	$p_{it}$	$p_{i.}$
	...	...	...	...	...	...	...	...
	t	$p_{t1}$	$p_{t2}$	...	$p_{tj}$	...	$p_{tt}$	$p_{t.}$
Total		$p_{.1}$	$p_{.2}$	...	$p_{.j}$	...	$p_{.t}$	1

Tabla 4. Distribución muestral de las variables aleatorias X e Y clasificadas en t categorías

Siendo  $p_{ij}$  = proporción de individuos asignados a la categoría i por el método X y a la categoría j por el método Y,  $p_{i.}$  = proporción de individuos asignados a la categoría i por el método X y  $p_{.j}$  = proporción de individuos asignados a la categoría j por el método Y (19).

El estadístico que se va a utilizar para medir la concordancia se define del siguiente modo (19):

$$\widehat{k}_w = \frac{P_0 - P_c}{1 - P_c}$$

Siendo  $P_0 = \sum_{i=1}^t p_{ii}$ ;  $P_c = \sum_{i=1}^t w_{ij} p_{i.} p_{.j}$ ; donde  $P_0$  es la proporción de concordancia observada,  $P_c$  es la proporción de concordancia esperada por azar,  $1 - P_c$ , representa la proporción de concordancia máxima posible no debida al azar y t representa el número de categorías.

Dicho estadístico tiene una propiedad asintótica muy importante, tiene una distribución asintótica normal:

$$\widehat{k}_w \approx N(k_w; \sigma_{k_w})$$

Por lo que, a raíz de esta propiedad, se construye el siguiente intervalo de confianza:

$$\widehat{k}_w \pm z_{\alpha} \sigma_{k_w}$$

Siendo

$$\sigma_{k_w}^2 = \frac{\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^t \pi_{ij} [w_{ij} - (\overline{w}_{i.} + \overline{w}_{.j})(1 - k_w)]^2 - [k_w - \Pi_c(1 - k_w)]^2}{n(1 - \Pi_c)^2}$$

Donde  $\overline{w}_i = \sum_{j=1}^t \pi_j w_{ij}$  ;  $\overline{w}_j = \sum_{i=1}^t \pi_i w_{ij}$

Tomando como estimador de esta varianza su contrapartida muestral, sustituyendo probabilidades por proporciones y el índice kappa por su estimador obtenemos:

$$\hat{\sigma}_{\hat{\kappa}_w}^2 = \frac{\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^t p_{ij} [w_{ij} - (\overline{w}_i + \overline{w}_j)(1 - \hat{\kappa}_w)]^2 - [\hat{\kappa}_w - P_c(1 - \hat{\kappa}_w)]^2}{n(1 - P_c)^2}$$

Sin embargo, Cohen (1960) da otra definición de estimador de la varianza del índice kappa(19):

$$\hat{\sigma}_{\hat{\kappa}_w}^2 = \sqrt{\frac{P_0(1 - P_0)}{(1 - P_c)^2}}$$

Que fue posteriormente corregida por Fleiss, Cohen, and Everitt (1969) (19):

$$\hat{\sigma}_{\hat{\kappa}_w}^2 = \frac{1}{(1 - P_c)^2} \left\{ P_0(1 - P_c)^2 + (1 - P_0)^2 \sum_{i=1}^t \sum_{j=1; j \neq i}^t p_{ij}(p_i + p_j)^2 - 2(1 - P_0)(1 - P_c) \sum_{i=1}^t p_{ii}(p_i + p_j)^2 - (P_0 P_c - 2P_c + P_0)^2 \right\}$$

### **Ventajas del índice kappa:**

- Es fácil de calcular, por lo que es el más utilizado para ver la concordancia entre dos mediciones categóricas.
- No depende de ningún modelo estadístico, por lo que siempre es válido para variables categóricas, otro de los motivos por lo que es el más utilizado.

### **Limitaciones del índice kappa:**

- El valor del índice se ve afectado por la prevalencia de la característica estudiada, es decir, es útil como descriptivo pero no como predictivo o inferencial (18). En nuestro caso no es un problema, ya que queremos observar la concordancia entre dos mediciones.
- Depende del número de categorías, cuantas más categorías se utilicen peor será la clasificación y, por lo tanto, peor el valor del índice. No es un problema en nuestro estudio, ya que el índice kappa solo se ha utilizado para el cálculo de variables categóricas de 2 y 3 categorías.

- Es dificultoso de interpretar, ya que es bastante subjetivo. Hay distintas tablas para su interpretación, aunque la que se utiliza con más frecuencia es la de Landis y Koch (20).
- Se ve muy afectado por las marginales cuando estos son muy asimétricos.

### **Interpretación del índice kappa:**

El índice kappa toma valores desde menos infinito hasta uno. Landis y Koch (1977) (20) propusieron una escala de valoración del índice kappa, para hacer una interpretación cualitativa. Ha sido muy utilizada en el ámbito de la salud:

<b>Kappa</b>	<b>Fuerza de la concordancia</b>
$[-\infty - 0,00)$	Pobre
$[0,00 - 0,20)$	Leve
$[0,20 - 0,40)$	Aceptable
$[0,40 - 0,60)$	Moderada
$[0,60 - 0,80)$	Considerable
$[0,80 - 1,00)$	Casi Perfecta

*Tabla 5. Escala de interpretación del índice kappa propuesta por Landis y Koch (1977)*

### **3.4.3. Coeficiente de Correlación Intraclass**

El Coeficiente de Correlación Intraclass (ICC) es el índice más apropiado para cuantificar la concordancia entre diferentes mediciones de una variable cuantitativa. Puede verse como una formulación especial del coeficiente de correlación de Pearson. A diferencia del índice kappa, este puede comparar más de dos mediciones (8). Su tratamiento muestral involucra a un modelo de análisis de varianza (ANOVA) con medidas repetidas.

Se define como la proporción de la variabilidad total que es debida a la variabilidad de los sujetos. Supone que la variabilidad total de las mediciones se desagrega en dos partes:

- Variabilidad entre sujetos, es decir, debida a las diferencias entre sujetos.
- Variabilidad intrasujeto, es decir, debida a cada sujeto, que a su vez se divide en:
  - Variabilidad entre observaciones.
  - Variabilidad residual.



En definitiva, estima el promedio de las correlaciones entre todas las posibles ordenaciones de los pares de observaciones disponibles, evitando así el problema de la dependencia de orden que tiene el coeficiente de correlación de Pearson.

### **Ventajas de ICC:**

- Compara cualquier tipo de mediciones, ya sea numérica o categórica. En nuestro estudio es de gran utilidad, ya que lo usamos tanto para comparar variables categóricas entre sí, como para variables continuas.
- Compara más de dos mediciones entre sí, no tiene por qué comparar solo dos mediciones.
- Se ha extendido en el contexto de valorar la reproducibilidad de varias mediciones, pero dentro del marco de la evaluación de la concordancia tiene desventajas(8).

### **Limitaciones de ICC:**

- Al igual que el coeficiente de correlación de Pearson, depende de la distribución que toman los valores en estudio, es decir, si los valores tienen una variabilidad alta, el ICC tenderá a tomar valores altos, independientemente de que los métodos sean o no concordantes. En nuestro estudio no es problema, ya que la variabilidad es similar en las mediciones (8).
- Dificultad de cálculo, ya que va a depender del diseño experimental del estudio.
- Al igual que el índice kappa, es difícil de interpretar debido a que es bastante subjetivo.

### **Interpretación del ICC:**

En la literatura especializada aparecen diversos criterios para su interpretación. En este trabajo hemos utilizado la escala de valoración propuesta por Portney y Watkins en su trabajo Portney & Watkins (2000) (21).

<b>Kappa</b>	<b>Fuerza de la concordancia</b>
[0 – 0,25]	Pobre
(0,25 – 0,50)	Baja
[0,50 – 0,70)	Moderada
[0,70 – 0,90)	Fuerte
[0,90 – 1)	Muy fuerte

*Tabla 6. Escala de valoración de ICC propuesta por Portney & Watkins (2000)*

### 3.4.4. Modelos mixtos

Debido a los resultados obtenidos en los métodos para determinar la concordancia entre dos medidas, y observar que existe concordancia nula o casi nula entre las medidas, nos surge la duda de si existiera relación entre las medidas, es decir, si fuese posible hacer un estudio de regresión para poder predecir los resultados obtenidos por el método costoso, a raíz de la información subjetiva y de la información sobre los individuos.

Como ya se ha explicado anteriormente, disponemos de información de cinco centros, repartidos en tres ciudades, de esta forma, sabemos que hay relación entre los individuos de un mismo centro, respecto a los demás.

Se ha elegido aplicar un modelo mixto con término independiente aleatorio, ya que cada centro tiene un término independiente específico y, además, los individuos de distintos centros son independientes entre sí. Por ello, se define el siguiente modelo:

$$y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 x_{ij} + b_{0i} + \varepsilon_{ij};$$

Donde

$$i = 1, \dots, t; \quad j = 1, \dots, n_i$$

Siendo,

$t$  = n° de centros

$n_i$  = n° de individuos en el centro  $i$ -ésimo

$N = \sum_{i=1}^t n_i$  = n° total de individuos

$y_{ij}$  = valor de la variable  $Y$  para el  $j$ -ésimo individuo del centro  $i$ -ésimo

$\beta_0$  = término independiente

$\beta_1$  = parámetro que relaciona la variable  $X$  con la  $Y$

$x_{ij}$  = valor de la variable  $X$  para el  $j$ -ésimo individuo del centro  $i$ -ésimo

$$b_{0i} \sim N(0, \sigma_{b_0}^2); \quad \varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2 I_{n_i})$$

Centrándonos en el tratamiento muestral, dada una muestra de variables aleatorias que representan las mediciones de  $X$  e  $Y$  para  $n$  individuos:

$$y_{ij} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{ij} + b_{0i} + \hat{\varepsilon}_{ij};$$

Donde

$$i = 1, \dots, t; \quad j = 1, \dots, n_i$$

Siendo en este caso,

$n = \sum_{i=1}^t n_i$  = n° total de individuos en el estudio

$\hat{\beta}_0$  = estimador del término independiente

$\hat{\beta}_1$  = estimador del parámetro que relaciona la variable X con la Y

$$b_{0i} \sim N(0, \hat{\sigma}_{b_0}^2); \quad \varepsilon_i \sim N(0, \hat{\sigma}^2 I_{n_i})$$

La varianza total del modelo se divide en dos partes:

- $\hat{\sigma}_{b_0}^2$ : Varianza entre medidas del mismo centro
- $\hat{\sigma}^2$ : Varianza residual

Para que el modelo mixto con intercept aleatorio sea válido tiene que cumplir una serie de hipótesis (diagnóstico del modelo):

- Hipótesis de errores residuales:
  - Gráfico Q-Q para ver normalidad
  - Gráfico de dispersión de los residuos frente a los valores predichos
- Hipótesis de efectos aleatorios:
  - Gráficos Q-Q de las predicciones de los errores aleatorios

### **Interpretación:**

Al ser un modelo mixto con tan solo una variable explicativa, tiene fácil interpretación. Por cada unidad que aumente la variable X, la variable Y va a aumentar o disminuir dependiendo del signo de  $\hat{\beta}_1$ .

- Si  $\hat{\beta}_1$  es positivo, por cada unidad que aumente la variable X, la variable Y va a aumentar el valor de  $\hat{\beta}_1$ , es decir, la variable Y va a aumentar en función de  $\hat{\beta}_1$ .
- Si  $\hat{\beta}_1$  es negativo, por cada unidad que aumente la variable X, la variable Y va a disminuir el valor de  $\hat{\beta}_1$ , es decir, la variable Y va a disminuir en función de  $\hat{\beta}_1$ .

## 4. PRINCIPALES RESULTADOS

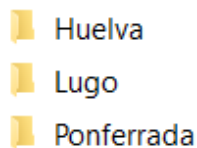
En este apartado se va a explicar la herramienta creada para la agrupación y optimización de los datos, además, se van a comentar y relatar los resultados obtenidos respecto al estudio de concordancia realizado por las distintas técnicas estadísticas. También se van a indicar si existe alguna relación entre las mediciones obtenidas por los métodos objetivos y los subjetivos.

### 4.1. Herramienta de optimización de las bases de datos

Antes de centrarnos en los resultados obtenidos por los análisis realizados, hay que explicar la herramienta que se ha creado para la organización, agrupación y optimización de los datos.

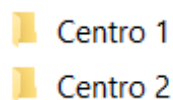
Por un lado, tenemos las mediciones obtenidas a través de sensores: los datos están recogidos en informes PDF, hay un informe por cada paciente. La distribución de las carpetas donde se encuentran los informes es la siguiente:

1º Carpetas referentes a las provincias



*Figura 4. Ejemplo de distribución de carpetas correspondiente a las provincias*

2º Dentro de cada carpeta de provincias, nos encontramos con los centros que hay dentro de cada provincia. En este caso Huelva tiene dos centros:



*Figura 5. Ejemplo distribución de carpetas correspondientes a los centros de Huelva*

3º Dentro de cada centro, se recogen las carpetas con los datos referidos a cada sujeto (los dos primeros dígitos corresponden al país, los dos siguientes a la provincia, los dos siguientes al centro y los tres siguientes al nº de sujeto, los últimos 7 dígitos corresponden al identificador del sensor que se le ha colocado al sujeto).

- 022701001 - KW30357
- 022701002 - KW30511
- 022701003 - KW30250
- 022701004 - KW30250
- 022701005 - KW30511
- 022701006 - KW30357
- 022701010 - KW30250

*Figura 6. Ejemplo parte de distribución de carpetas correspondientes a los sujetos del centro 1 de Huelva*

Finalmente, dentro de cada una de las carpetas referentes a los sujetos, nos encontramos con el informe, e información complementaria que no nos es de utilidad para el estudio. Los informes contienen entre otras mediciones, una tabla 20x7 que resume los datos recogidos durante una semana de un individuo concreto. La tabla tiene la siguiente forma:

PARAMETRO/DÍAS	TAP	Sueño	Luz	Temperatura	Intensidad de Actividad	Tiempo de Actividad
Media	0,28	0,41	0,84	32,89	10,58	17,32
SD	0,31	0,41	1,05	2,91	14,29	21,63
Valor M5	0,54	0,91	2,15	35,28	20,01	35,86
Hora M5	11:57	01:07	12:27	01:09	11:55	11:55
Valor L10	0,04	0,03	0,02	30,97	2,29	1,35
Hora L10	02:53	14:22	03:14	13:44	02:51	02:51
Valor M10	0,50	0,86	1,80	35,10	18,04	31,94
Hora M10	13:46	03:17	13:37	03:15	13:44	13:44
Valor L5	0,03	0,00	0,00	30,37	2,15	0,98
Hora L5	01:11	11:52	01:10	11:28	02:20	01:10
IS	0,55	0,69	0,71	0,52	0,36	0,51
IV	0,03	0,45	0,06	0,00	0,32	0,20
RA	0,89	0,93	1,00	0,07	0,79	0,94
RANorm	0,47	0,88	0,60	0,86	0,45	0,77
SA	0,93	0,93	0,93	0,93	0,97	0,93
RF	0,97	0,91	0,98	1,14	0,45	0,62
CFI	0,81	0,80	0,89	0,72	0,66	0,78
CHS	0,73	0,85	0,80	0,86	0,56	0,71
RatioF1/F12	0,88	0,86	0,87	0,78	0,84	0,86

*Tabla 7. Resumen de resultados recogidos durante una semana de un individuo concreto a raíz de los sensores*

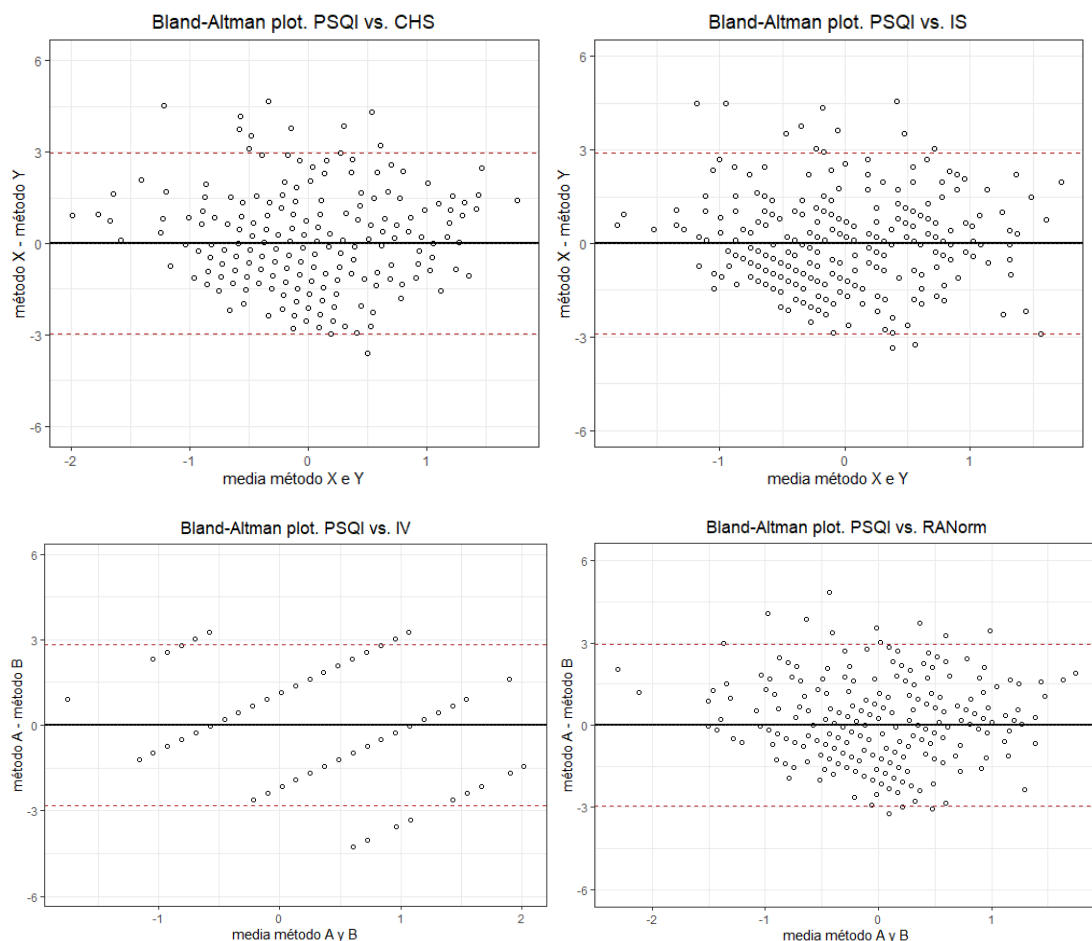
La herramienta se encarga de agrupar toda la información de todos los individuos de todo el estudio en un mismo fichero Excel, donde, además, se va a catalogar a cada individuo con un número identificador.

Por otro lado, los datos referidos a las mediciones por métodos subjetivos los encontramos en la plataforma REDCap, la cual, nos permite descargar los datos en formato Excel.

Finalmente, se unen ambos ficheros mediante un código de R que hemos generado. Por lo tanto, la herramienta se encarga automáticamente de crear un fichero Excel en el que se tenga toda la información tanto subjetiva como objetiva de todos los sujetos.

## 4.2. Gráficos de Bland y Altman

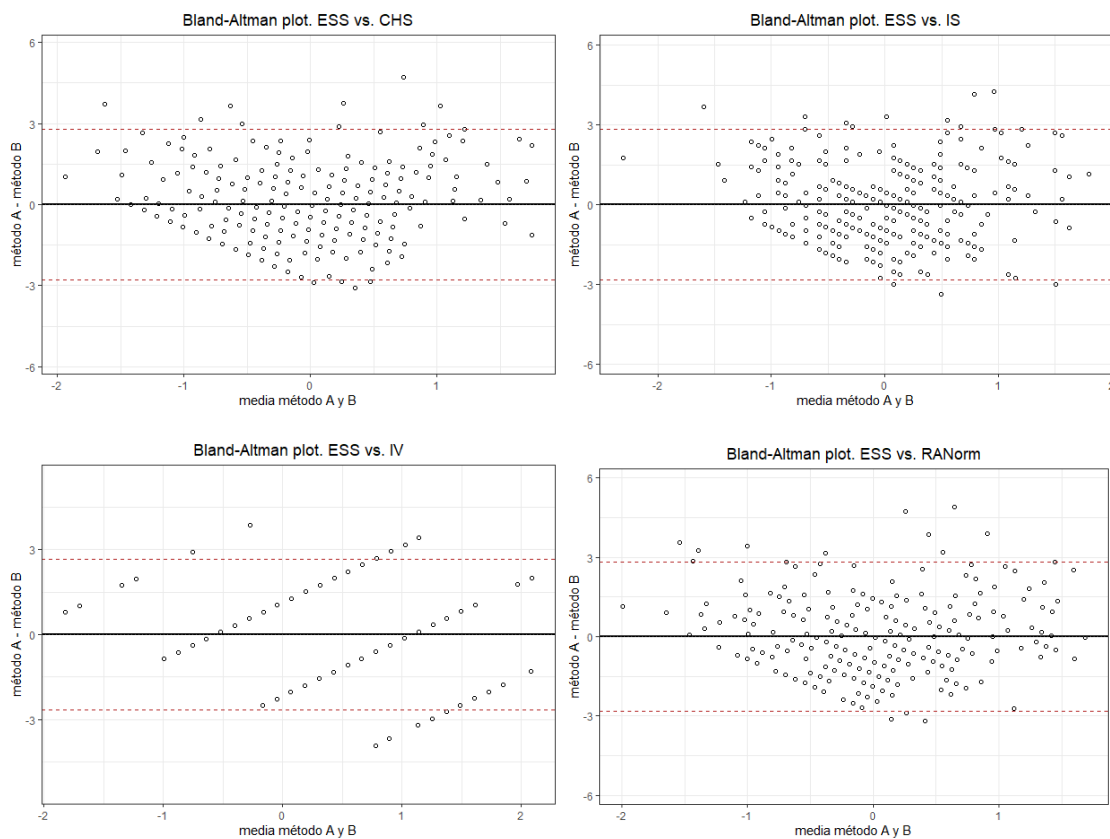
A continuación, se muestran los resultados referentes a los gráficos de Bland y Altman comparando las mediciones del índice PSQI con las de los sensores:



*Figura 7. Gráficos de Bland y Altman entre el índice PSQI y las medidas obtenidas a través de los sensores*

Observando los gráficos de Bland y Altman entre el índice PSQI y las medidas obtenidas a través de los sensores, a nivel general la mayoría de puntos se encuentran entre los límites de concordancia, lo que nos podría dar pie a pensar que sí existe concordancia. También es cierto que aunque la mayoría de puntos se encuentren entre los límites de concordancia, hay muchos fuera de ellos. Teniendo en cuenta que estamos comparando valores estandarizados, las diferencias no deberían ser superiores a 2 o inferiores a -2. También se puede observar que el gráfico que representa la variabilidad intradiaria (IV) se comporta de una forma un tanto extraña.

A continuación, se van a observar los gráficos de B-A pero en vez de comparar las mediciones de los sensores con el índice PSQI, ahora vamos a compararlo con la escala de Epworth:



*Figura 8. Gráficos de Bland y Altman entre la escala ESS y las medidas obtenidas a través de los sensores*

Al igual que en los gráficos anteriores, se observa que la mayoría de los puntos se encuentran entre los límites de concordancia, pero realmente como ya he dicho anteriormente, los límites de concordancia son para hacerse una idea aproximada.

Teniendo en cuenta que estamos comparando valores estandarizados, las diferencias no deberían ser superiores a 2 o inferiores a -2, es decir, cercana a 0.

### 4.3. Índices kappa

Respecto a los resultados obtenidos del índice kappa, tenemos la siguiente tabla que agrupa los índices que hemos obtenido utilizando los pesos de Ciccetti and Allison (1971):

Variables subjetivas	Categorización	Variables objetivas			
		CHS	IS	IV	RANorm
Epworth	2 categorías	0,067 <sup>E</sup>	0,045	0,001	0,004
	[0-1]; [2]	-0,019 <sup>I</sup>	-0,070	-0,021	-0,055
		0,153 <sup>S</sup>	0,159	0,023	0,062
	3 categorías	0,029	0,021	0,057	0,005
	[0]; [1]; [2]	-0,014	-0,136	0,050	0,005
		0,073	0,179	0,064	0,005
Pittsburgh	2 categorías	0,034	0,030	-0,018	0,079
	[0-5]; [6-21]	-0,080	-0,063	-0,061	-0,024
		0,147	0,123	0,025	0,182
	3 categorías	0,007	0,037	-0,036	0,014
	[0-7]; [8-14]; [15-21)	-0,167	-0,077	-0,174	-0,253
		0,181	0,152	0,102	0,280

*Tabla 8. Resultados del índice kappa con pesos de Ciccetti y Allison (1971) entre las mediciones obtenidas a raíz de métodos subjetivos y objetivos, y sus respectivos intervalos de confianza al 95%*

Siendo el primer valor la estimación puntual del índice kappa (E), el segundo, el extremo inferior del intervalo (I), y el tercero, el extremo superior (S). Se extrapola de la misma forma a los demás conjuntos de valores.

Podemos observar como en todos los casos tenemos concordancia pobre o leve, ya que los valores de las estimaciones de los índices kappa que obtenemos oscilan entre -0,036



y 0,079, con intervalos de confianza que nos dan una concordancia desde pobre hasta aceptable. Centrándonos en el estimador del índice de valor más alto (2 categorías, PSQI vs. RANorm), se interpretaría de la siguiente forma: obtenemos una estimación puntual del índice kappa de 0,079, es decir, tienen una concordancia leve, con su respectivo IC al 95% de (-0,024; 0,182), es decir, oscila entre una concordancia pobre y una leve.

A continuación, se muestran los índices kappa de Cohen (1960) agrupados en la siguiente tabla:

Variables subjetivas	Categorización	Variables objetivas			
		CHS	IS	IV	RANorm
Epworth	3 categorías	0,011 <sup>E</sup>	-0,009	0,040	0,001
	[0]; [1]; [2]	-0,050 <sup>I</sup>	-0,088	-0,003	-0,040
		0,071 <sup>S</sup>	0,070	0,083	0,041
Pittsburgh	3 categorías	-0,001	0,005	-0,030	-0,005
	[0-7]; [8-14]; [15-21]	-0,095	-0,071	-0,085	-0,083
		0,093	0,081	0,024	0,072

*Tabla 9. Resultados del índice kappa de Cohen (1960) entre las mediciones obtenida a través de métodos subjetivos y objetivos, y sus respectivos intervalos de confianza al 95%*

Siendo el primer valor la estimación puntual del índice kappa (E), el segundo, el extremo inferior del intervalo (I), y el tercero, el extremo superior (S). Se extrapola de la misma forma a los demás conjuntos de valores.

A nivel general, los resultados obtenidos por el índice kappa de Cohen toman valores inferiores a los obtenidos por el índice kappa con pesos de Ciccetti y Allison. Por lo tanto, con este índice, observamos menos concordancia que con el otro ya comentado.

#### 4.4. Coeficiente de Correlación Intraclass

Respecto a los resultados obtenidos del ICC, tenemos la siguiente tabla que agrupa los resultados que hemos obtenido:

Variables subjetivas	Categorización	Variables objetivas			
		CHS	IS	IV	RANorm
Epworth	2 categorías [0-1]; [2]	0,086 <sup>E</sup>	0,045	0,003	0,007
		-0,010 <sup>I</sup>	-0,050	-0,093	-0,088
		0,179 <sup>S</sup>	0,140	0,098	0,102
	3 categorías [0]; [1]; [2]	0,054	0,046	0,109	0,012
		-0,041	-0,049	0,014	-0,083
		0,148	0,140	0,202	0,107
	2 categorías [0-5]; [6-21]	0,035	0,037	0,000	0,087
		-0,060	-0,059	-0,095	-0,008
		0,130	0,131	0,095	0,181
Pittsburghth	3 categorías [0-7]; [8-14]; [15-21]	0,021	0,078	0,000	0,049
		-0,075	-0,018	-0,095	-0,046
		0,116	0,172	0,095	0,144
	5 categorías [0-3]; [4-7]; [8-11]; [12-15]; [16-21]	0,060	0,069	0,000	0,046
		-0,035	-0,027	-0,095	-0,050
		0,155	0,163	0,095	0,140
	Estandarización	0,000	0,000	0,000	0,000
		-0,095	-0,095	-0,095	-0,095
		0,095	0,095	0,095	0,095

*Tabla 10. Resultados de ICC entre las variables obtenidas a raíz de métodos subjetivos y objetivos*

Siendo el primer valor la estimación puntual del índice kappa (E), el segundo, el extremo inferior del intervalo (I), y el tercero, el extremo superior (S). Se extrapola de la misma forma a los demás conjuntos de valores.

Las estimaciones puntuales del ICC están siempre cercanos al cero, y en la mayoría de los casos superándolo por poco. Sin embargo, los intervalos de confianza al 95% incluyen el valor cero en la mayoría de los casos, por lo que podemos decir que las analogías en las mediciones por ambos métodos han sido casuales. Menos en el caso de 3 categorías, escala Epworth vs. variabilidad intradiaria, que obtenemos un valor de ICC estimado de

0,109, con un intervalo de confianza al 95% de (0,014; 0,202), lo que quiere decir, que oscila es una concordancia pobre según la escala de Portney y Watkins (2000).

#### 4.5. Modelos mixtos

En este apartado se van a expresar los resultados obtenidos a través de los modelos mixtos, a continuación, tenemos una tabla en la que se recogen las variables que aparecen en los modelos, los estimadores de los parámetros que relacionan X e Y, y sus respectivos p-valor.

Variables explicativas	Variables Independientes	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$	p-valor $\hat{\beta}_1$	p-valor $\hat{\beta}_2$
Epworth	CHS	-0,0002		0,7405	
	IS	-0,0012		0,2878	
	IV	0,0001		0,1960	
	RANorm	-0,0009		0,2814	
Pittsburgh	CHS	-0,0016		0,0140*	
	IS	-0,0015		0,1992	
	IV	-0,0001		0,4106	
	RANorm	-0,0016		0,0689	
Pittsburgh + Epworth	CHS	-0,0017	-0,0004	0,0127*	0,5762
	IS	-0,0016	-0,0014	0,1650	0,2347
	IV	-0,0001	0,0001	0,4890	0,2241
	RANorm	-0,0017	-0,0011	0,0539	0,2092

*Tabla 11. Resultados de los modelos mixtos con término independiente aleatorio de una y dos variables.*

Añadiendo “\*” a los p-valores que sí han salido significativos (<0,05). Las variables se han añadido al modelo tal y como son, sin hacer ninguna transformación. En el caso de los modelos con dos variables explicativas,  $X_1$  corresponde al índice Pittsburgh y  $X_2$  a la escala Epworth, de forma que  $\hat{\beta}_1$  es el estimador del parámetro que relaciona Y con el índice Pittsburgh y  $\hat{\beta}_2$  es el estimador del parámetro que relaciona Y con la escala Epworth.

Observamos que solo tenemos dos modelos con alguna de las variables explicativas significativas, los modelos que nos interesan son los siguientes:

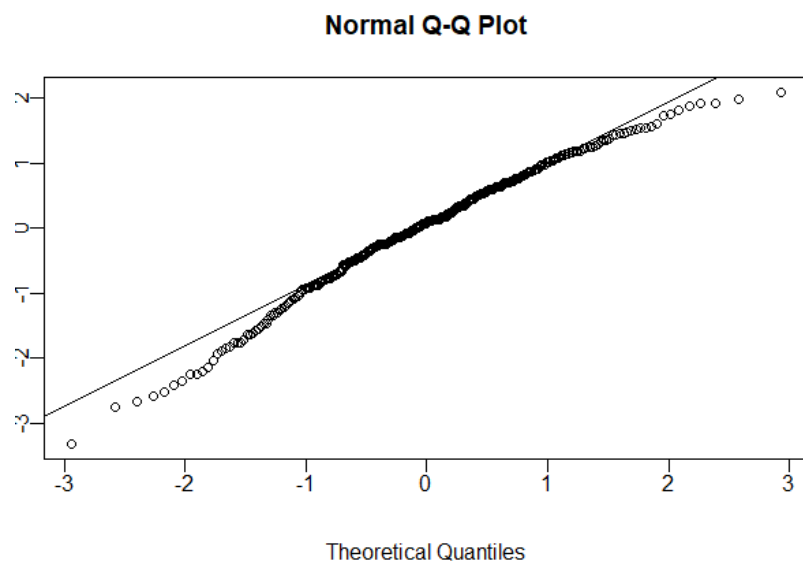
- Modelos 1: explicación de la variable CHS a través del índice PSQI.
- Modelo 2: explicación de la variable CHS a través del índice PSQI y la escala de Epworth.

Si nos fijamos en los modelos, el modelo 2 tiene dos variables, pero solo tiene el índice PSQI significativo, y el modelo 1 solo tiene PSQI. Por lo que nos vamos a quedar con el modelo 1.

Según el modelo 1: por cada unidad que aumente el valor del índice de PSQI el índice de salud cronobiológica disminuye 0.001633.

Diagnóstico del modelo:

- Hipótesis de errores residuales:
  - Gráfico Q-Q para ver normalidad: se puede observar normalidad en los residuos



*Figura 9. Gráfico Q-Q de los residuos. Para comprobar normalidad.*

- Gráfico de dispersión de los residuos frente a los valores predichos: se observa homocedasticidad en los residuos, ya que no siguen ningún patrón, como por ejemplo que tenga forma de embudo.

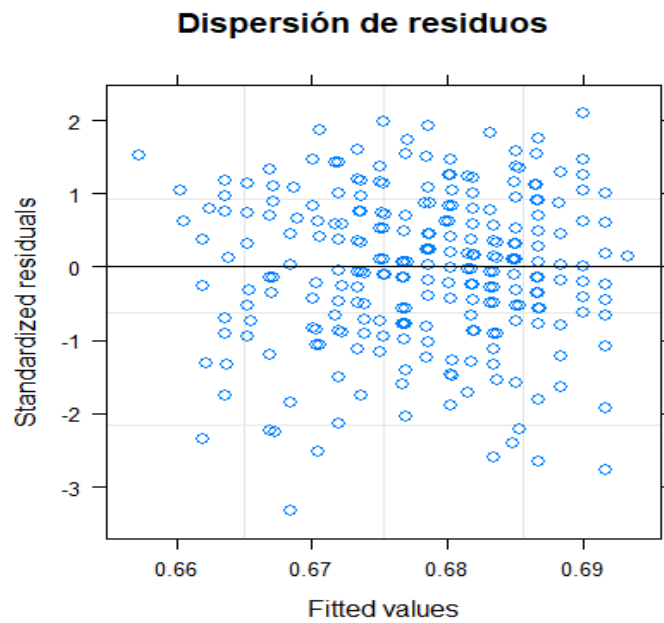
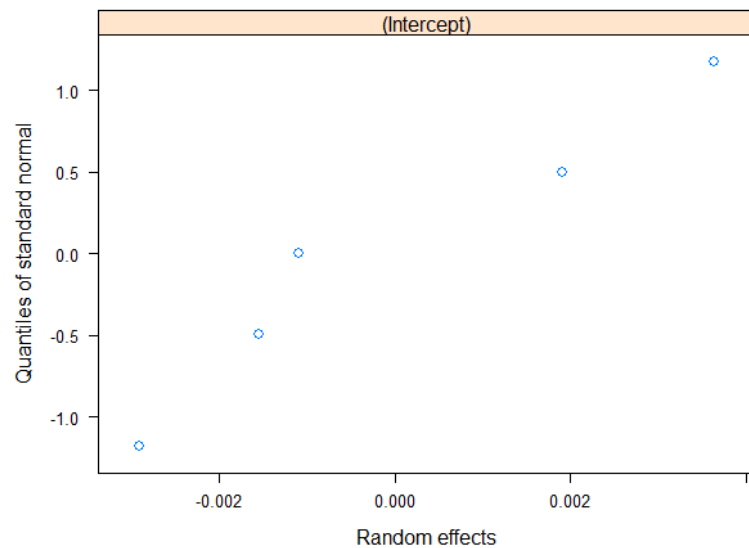


Figura 10. Gráfico de dispersión de los residuos frente a los valores predichos

- Hipótesis de efectos aleatorios:
  - Gráficos Q-Q de las predicciones de los errores aleatorios: a pesar de tener solo 5 puntos (debido a los cinco centros), podemos decir que siguen normalidad.



## 5. CONCLUSIONES

En las personas entre 65 y 80 años que acuden a las consultas de enfermería de atención primaria en Huelva, Lugo y Ponferrada (León), encontramos que tienen una calidad de sueño moderadamente buena con baja somnolencia diurna. El reclutamiento de la muestra puede haber contribuido a la selección de sujetos con un buen estado de salud y un porcentaje de fragilidad similar al de la población general.

Respecto al análisis de concordancia realizado, obtenemos que no existe concordancia entre las mediciones a través de métodos subjetivos y a través de métodos objetivos, o en algún caso una concordancia leve casi nula.

Sin embargo, observando la posible relación que puede existir entre dichas mediciones, obtenemos que a medida que aumenta el valor del índice de calidad de sueño PSQI, es decir, que tiene peor calidad de sueño, el valor de el índice de salud cronobiológica (CHS) disminuye, es decir, que tiene peor salud cronobiológica. Desde el punto de vista clínico, tiene sentido que se haga esa relación, pero es cierto, que el modelo que la define tiene un porcentaje de variabilidad explicada bastante bajo, es decir, que realmente no es un modelo que explique bien.

Respecto a la escala de somnolencia diurna de Epworth, no se ha encontrado ninguna relación significativa con las mediciones de los sensores.

Podemos concluir que según nuestro estudio no es posible que los métodos sean intercambiables, ya que no se ha encontrado concordancia, que es la que permite que se sustituya un método por otro.

Todos esto podría ser debido, entre otras cosas, a los micro despertares nocturnos. Los sensores recogen esa información, mientras que el propio sujeto puede no haberse dado cuenta de esos despertares durante el tiempo en el que estaba dormido.

## 6. DISCUSIÓN

El presente estudio pretendía explorar la posible concordancia y relación entre mediciones realizadas a través de métodos subjetivos, y mediciones realizadas a través de sensores (método objetivo) en personas de entre 65 y 80 años. La tasa de respuesta en nuestro estudio fue alta (92,29%), aunque teniendo en cuenta que el 85% eran sujetos que acudían a su centro de salud de forma programada, la tasa de respuesta (cita) era de esperar dada la relación consolidada que estos pacientes suelen tener con su enfermera (22).

Los datos sociodemográficos muestran una ligera mayoría de mujeres de unos 72 años de media y mayoritariamente casadas. Sólo una quinta parte de nuestra muestra tenía estudios universitarios y un tercio había completado los estudios primarios. Estas características muestran que la población del estudio se asemeja a la población general de estos territorios de estudio según las cifras oficiales de población del censo municipal de enero de 2020 (23).

En cuanto al Índice de Masa Corporal (IMC) en nuestro estudio casi la mitad se encontraba en un rango considerado como ligeramente obeso, un tercio podía considerarse obeso y finalmente un porcentaje inferior al 1% tenía un IMC que superaba la cifra de 43. Según la encuesta europea de 2014 (24), en España en las personas mayores de 65 años, alrededor del 68% tienen obesidad o sobrepeso, por lo que los datos de nuestra muestra se asemejan a estos porcentajes. La obesidad es un factor que puede influir en la calidad del sueño en ambas direcciones. Por un lado, además del patrón de ingesta calórica y la actividad física, datos observacionales y experimentales recientes apoyan la idea de que un patrón de sueño inadecuado (cantidad, calidad, horario) podría contribuir a alteraciones metabólicas tempranas, lo que llevaría a un mayor aumento de peso y riesgo de obesidad en diversos grupos (25).

Por el contrario, las personas con sobrepeso u obesidad son más propensas a sufrir trastornos respiratorios durante el sueño, lo que podría empeorar su calidad; esto también puede estar causado por el hecho de que las personas que padecen obesidad tienden a tener una baja actividad física, lo que también dificultará el inicio y la calidad del sueño. En este sentido, los sujetos del estudio informaron de que durante el día permanecían sentados una media de casi 5 horas. Sin embargo, a la hora de informar sobre su actividad física, sólo el 17% declaró tener una actividad baja, mientras que el resto declaró tener una actividad física moderada (45%) y vigorosa (38%). Estos datos son diferentes a los

encontrados por Rubio en 2017 (26), donde, en una muestra de características similares, encontraron que el 18,7% de los sujetos auto-reportaron actividad moderada y el 22,3% vigorosa. Las diferencias encontradas entre ambos estudios pueden deberse a un sesgo de selección ya que la muestra de ambos estudios fue a través de un muestreo de conveniencia, pudiendo haber incluido en este estudio a sujetos con mejor estado de salud, lo que explicaría estas diferencias.

La mayoría de nuestros participantes refirieron ser hipertensos y sólo en porcentajes inferiores al 20% refirieron ansiedad, disfunción tiroidea u otros factores que podrían estar relacionados con una peor calidad del sueño. Estos datos coinciden con el buen estado de salud de los participantes en los diferentes estudios que se han realizado en este grupo de edad con muestras que acuden a las consultas a demanda en los centros de atención primaria de nuestro SNS. También coinciden con los datos publicados de la Encuesta Nacional de Salud de 2017 (27). Los datos sobre el estado de salud coinciden en que solo el 20% de nuestros sujetos eran consumidores de 3 o más medicamentos. El consumo de melatonina, teniendo en cuenta que en nuestro país se considera un complemento alimenticio, es inferior al 2%, cifras que varían en diversas publicaciones debido a su carácter no farmacológico (28).

Teniendo en cuenta la importancia que tiene en nuestro estudio la medición de la calidad del sueño, los siguientes datos se refieren a este aspecto. Los datos obtenidos a través del cuestionario PSQI muestran que casi dos tercios de la muestra perciben su calidad de sueño entre buena y muy buena, siendo el resto de los sujetos los que la perciben como bastante mala o muy mala. Si tenemos en cuenta algunos de los componentes de esta escala, la duración percibida del sueño es superior a 7 horas en casi el 80% de los sujetos. En cuanto a la eficiencia, los datos muestran los mismos porcentajes que en los datos globales del PSQI. Si tenemos en cuenta los despertares nocturnos, observamos que casi la mitad de nuestros sujetos se despierta durante la noche más de 3 veces a la semana, frente a un 20% que no se ha despertado en absoluto durante el último mes. El motivo más frecuente de estos despertares es ir al baño, señalado por el 56%. La tos o los ronquidos, los dolores y las pesadillas son señalados por un tercio de nuestra muestra. Los sujetos de nuestro estudio no informan del consumo de ningún tipo de medicación hipnótica.

Si tenemos en cuenta el hecho de dormir solo o acompañado, ya sea en la misma cama o en camas diferentes, podríamos concluir que este hecho afecta con una significación de  $p < 0,05$  a la calidad del sueño percibida.



Coincidiendo con los datos reportados en el cuestionario PSQI, los datos de Epworth reflejan un porcentaje ligeramente inferior de un tercio no tiene características de somnolencia diurna, siendo el porcentaje de los que presentan anomalías de casi un 26%. Los datos presentados coinciden con los obtenidos en personas mayores menores de 80 años de Durán (2015) (29) y son superiores a los observados en población australiana (30).

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. Ortiz-Tudela E, Bonmati-Carrion MA, De la Fuente M, Mendiola P. La cronodisrupción como causa de envejecimiento. *Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2012;47(4):168–73.
2. Martínez Madrid M. Prevención de la cronodisrupción producida por el trabajo a turnos. TDR (Tesis Dr en Red). 2017;
3. Lang P-O, Michel J-P, Zekry D. Frailty syndrome: a transitional state in a dynamic process. *Gerontology*. 2009;55(5):539–49.
4. Portilla Franco ME, Tornero Molina F, Gil Gregorio P. La fragilidad en el anciano con enfermedad renal crónica. *Nefrología*. 2016;36(6):609–15.
5. European Innovation Partnership on Active and Healthy Aging. A compilation of good practices. Development of Interoperable and Independent Living Solutions. 2016;
6. Bonmati-Carrion MA, Middleton B, Revell VL, Skene DJ, Rol MA, Madrid JA. Validation of an innovative method, based on tilt sensing, for the assessment of activity and body position. *Chronobiol Int* [Internet]. 2015 May 28;32(5):701–10. Available from: <https://doi.org/10.3109/07420528.2015.1016613>
7. Diccionario latín - español.
8. Cortés-Reyes É, Rubio-Romero JA, Gaitán-Duarte H. Statistical methods for evaluating diagnostic test agreement and reproducibility. *Rev Colomb Obstet Ginecol*. 2010;61(3):247–55.
9. Cortés-Reyes E, Echeverry-Raad J, Mancera-Soto EM, Ramos Caballero DM. Concordancia en la estimación del consumo máximo de oxígeno entre una prueba de esfuerzo y el Polar s810®. *Rev Salud Pública*. 2009;11(5):819–27.
10. Ortiz-Tudela E, Martinez-Nicolas A, Albares J, Segarra F, Campos M, Estivill E, et al. Ambulatory Circadian Monitoring (ACM) based on Thermometry, motor Activity and body Position (TAP): A comparison with polysomnography. *Physiol Behav* [Internet]. 2014;126:30–8. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031938413004423>
11. Sarabia JA, Rol MA, Mendiola P, Madrid JA. Circadian rhythm of wrist temperature in normal-living subjects: A candidate of new index of the circadian system. *Physiol Behav* [Internet]. 2008;95(4):570–80. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031938408002576>

12. Ortiz-Tudela E, Martinez-Nicolas A, Campos M, Rol MÁ, Madrid JA. A new integrated variable based on thermometry, actimetry and body position (TAP) to evaluate circadian system status in humans. *PLoS Comput Biol*. 2010;6(11).
13. Witting W, Kwa IH, Eikelenboom P, Mirmiran M, Swaab DF. Alterations in the circadian rest-activity rhythm in aging and Alzheimer's disease. *Biol Psychiatry*. 1990 Mar;27(6):563–72.
14. Buysse DJ, Reynolds CF, Monk TH, Berman SR, Kupfer DJ. The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. 1989;
15. de la Portilla Maya S, et al. Calidad de sueño y somnolencia diurna excesiva en estudiantes universitarios de diferentes dominios. *Hacia la promoción la salud*. 2019;24(1):84–96.
16. Giavarina D. Understanding Bland Altman analysis. *Biochem Medica*. 2015;25(2):141–51.
17. Pita S, Pértegas S. La fiabilidad de las mediciones clínicas: el análisis de concordancia para variables numéricas. *Aten Primaria en la Red [Internet]*. 2004;(1995):1–11. Available from: [https://www.fisterra.com/mbe/investiga/conc\\_numerica/conc\\_numerica.asp](https://www.fisterra.com/mbe/investiga/conc_numerica/conc_numerica.asp)
18. Benavente Reche A. Medidas de acuerdo y de sesgo entre jueces. *Proy Investig*. 2009;
19. NCSS. Confidence Intervals for Kappa. 1988;1–10.
20. Cerda Lorca J, Villarroel Del P. L. Evaluación de la concordancia inter-observador en investigación pediátrica: Coeficiente de Kappa. *Rev Chil Pediatr*. 2008;79(1):54–8.
21. Yamaji S, Demura S, Shin S, Uchiyama M. Reliability of a new rapid step test for older women and its relationship with fall risk and leg muscle function. *Health (Irvine Calif)*. 2012;04(09):703–11.
22. Muñoz Devesa A, Morales Moreno I, Bermejo Higuera JC, Galán González Serna JM. La Relación de ayuda en Enfermería . Vol. 23, Index de Enfermería . scieloes ; 2014. p. 229–33.
23. INE. Padrón. Población por municipios. [Internet]. Available from: [https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/categoria.htm?c=Estadistica\\_P&cid=1254734710990](https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/categoria.htm?c=Estadistica_P&cid=1254734710990)
24. Ministerio de Sanidad Servicios Sociales e Igualdad. La salud de la población en España. Resultados de la Encuesta Europea de Salud en España EESE 2014.

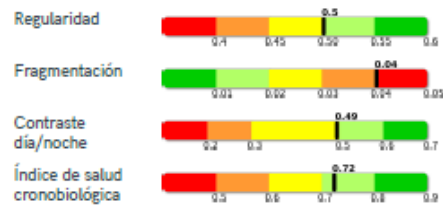
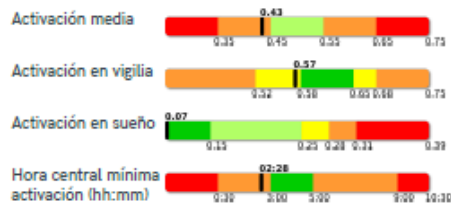
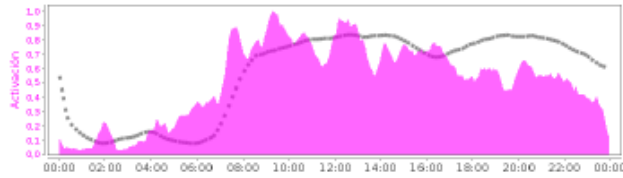
- 2014;5–227.
25. Chamorro RA, Durán SA, Reyes SC, Ponce R, Algarín CR, Peirano PD. La reducción del sueño como factor de riesgo para obesidad . Vol. 139, Revista médica de Chile . scielocl ; 2011. p. 932–40.
  26. Rubio Castañeda FJ, Tomás Aznar C, Muro Baquero C. Validity, Reliability and Associated Factors of the International Physical Activity Questionnaire Adapted to Elderly (IPAQ-E). *Rev Esp Salud Publica*. 2017;91.
  27. Ministerio de Sanidad C y BS e I. Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social - Portal Estadístico del SNS - Encuesta Nacional de Salud de España 2017 [Internet]. Ministerio de Sanidad, Consumo y servicios sociales. 2017. p. 1. Available from: <https://www.mscbs.gob.es/estadEstudios/estadisticas/encuestaNacional/encuesta2017.htm>
  28. Ministerio de Sanidad Consumo y Bienestar Social. Aecosan - Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición [Internet]. Aecosan. 2013. p. 1. Available from: [http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/web/agencia/seccion/sobre\\_aesan.htm](http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/web/agencia/seccion/sobre_aesan.htm) [http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/web/nutricion/subseccion/Plan\\_HAVISA.htm](http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/web/nutricion/subseccion/Plan_HAVISA.htm)
  29. Durán Agüero S, Sánchez Reyes H, Díaz Narváez V, Araya Pérez M. Factores asociados a la somnolencia diurna en adultos mayores chilenos. *Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2015;50(6):270–3.
  30. Vashum KP, McEvoy MA, Hancock SJ, Islam MR, Peel R, Attia JR, et al. Prevalence of and associations with excessive daytime sleepiness in an Australian older population. *Asia-Pacific J public Heal*. 2015 Mar;27(2):NP2275-84.

## 8. ANEXOS

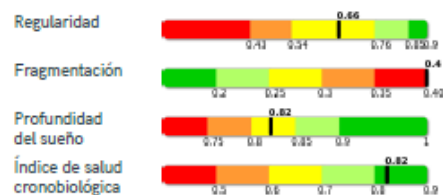
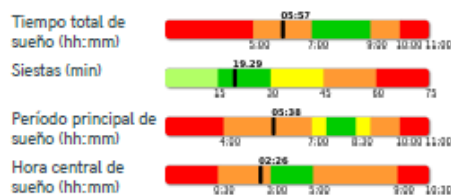
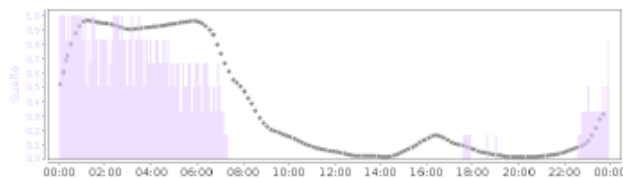
### - ANEXO I: PÁGINA DE INFORME GENERADO POR EL SENSOR

#### Ritmos circadianos medios

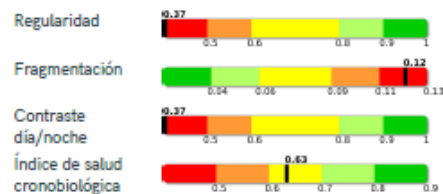
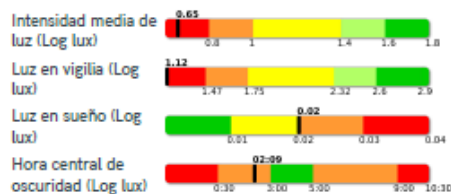
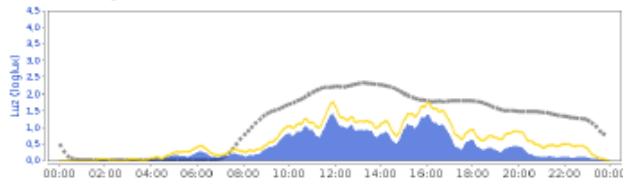
##### Activación



##### Sueño



##### Luz visible y luz circadiana



Gráfica de exposición a luz (color amarillo) y a luz circadiana (color azul). Valores superiores a 3 significan que se recibe una intensidad de luz superior a 1000 luxes, lo que sucede habitualmente en ambientes exteriores. Durante el tiempo de sueño no se debe recibir luz alguna. La línea punteada muestra el perfil medio de una persona sin problemas de sueño.

## - ANEXO II: CÁLCULO DE ÍNDICE DE CALIDAD DE SUEÑO DE PITTSBURGH

### ÍNDICE DE CALIDAD DE SUEÑO DE PITTSBURGH (PSQI)

APELLIDOS Y NOMBRE: _____		N.º HªC: _____	
SEXO: _____	ESTADO CIVIL: _____	EDAD: _____	FECHA: _____

#### INSTRUCCIONES:

Las siguientes preguntas hacen referencia a cómo ha dormido Vd. **normalmente durante el último mes**. Intente ajustarse en sus respuestas de la manera más exacta posible a lo ocurrido durante la **mayor parte** de los días y noches del **último mes**. ¡Muy Importante! CONTESTE A TODAS LAS PREGUNTAS

1. Durante el **último mes**, ¿Cuál ha sido, normalmente, su hora de acostarse?  
APUNTE SU HORA HABITUAL DE ACOSTARSE: \_\_\_\_\_
2. ¿Cuánto tiempo habrá tardado en dormirse, **normalmente**, las noches del **último mes**?  
APUNTE EL TIEMPO EN MINUTOS: \_\_\_\_\_
3. Durante el **último mes**, ¿a qué hora se ha levantado **habitualmente** por la mañana?  
APUNTE SU HORA HABITUAL DE LEVANTARSE: \_\_\_\_\_
4. ¿Cuántas horas calcula que habrá dormido **verdaderamente** cada noche durante el **último mes**? (El tiempo puede ser diferente al que Vd. permanezca en la cama).  
APUNTE LAS HORAS QUE CREA HABER DORMIDO: \_\_\_\_\_

Para cada una de las siguientes preguntas, elija la respuesta que más se ajuste a su caso. Intente contestar a **TODAS** las preguntas.

5. Durante el **último mes**, cuántas veces ha tenido Vd. problemas para dormir a causa de:
 

<p>a) No poder conciliar el sueño en la primera media hora:</p> <p>Ninguna vez en el último mes _____</p> <p>Menos de una vez a la semana _____</p> <p>Una o dos veces a la semana _____</p> <p>Tres o más veces a la semana _____</p>	<p>e) Toser o roncar ruidosamente:</p> <p>Ninguna vez en el último mes _____</p> <p>Menos de una vez a la semana _____</p> <p>Una o dos veces a la semana _____</p> <p>Tres o más veces a la semana _____</p>
<p>b) Despertarse durante la noche o de madrugada:</p> <p>Ninguna vez en el último mes _____</p> <p>Menos de una vez a la semana _____</p> <p>Una o dos veces a la semana _____</p> <p>Tres o más veces a la semana _____</p>	<p>f) Sentir frío:</p> <p>Ninguna vez en el último mes _____</p> <p>Menos de una vez a la semana _____</p> <p>Una o dos veces a la semana _____</p> <p>Tres o más veces a la semana _____</p>
<p>c) Tener que levantarse para ir al servicio:</p> <p>Ninguna vez en el último mes _____</p> <p>Menos de una vez a la semana _____</p> <p>Una o dos veces a la semana _____</p> <p>Tres o más veces a la semana _____</p>	<p>g) Sentir demasiado calor:</p> <p>Ninguna vez en el último mes _____</p> <p>Menos de una vez a la semana _____</p> <p>Una o dos veces a la semana _____</p> <p>Tres o más veces a la semana _____</p>
<p>d) No poder respirar bien:</p> <p>Ninguna vez en el último mes _____</p> <p>Menos de una vez a la semana _____</p> <p>Una o dos veces a la semana _____</p> <p>Tres o más veces a la semana _____</p>	<p>h) Tener pesadillas o «malos sueños»:</p> <p>Ninguna vez en el último mes _____</p> <p>Menos de una vez a la semana _____</p> <p>Una o dos veces a la semana _____</p> <p>Tres o más veces a la semana _____</p>

- i) Sufrir dolores:
- |                              |       |
|------------------------------|-------|
| Ninguna vez en el último mes | _____ |
| Menos de una vez a la semana | _____ |
| Una o dos veces a la semana  | _____ |
| Tres o más veces a la semana | _____ |

- j) Otras razones (por favor, descríbalas a continuación):

---



---



---

- |                              |       |
|------------------------------|-------|
| Ninguna vez en el último mes | _____ |
| Menos de una vez a la semana | _____ |
| Una o dos veces a la semana  | _____ |
| Tres o más veces a la semana | _____ |

6. Durante el último mes, ¿cómo valoraría, en conjunto, la calidad de su sueño?

- |                |       |
|----------------|-------|
| Bastante buena | _____ |
| Buena          | _____ |
| Mala           | _____ |
| Bastante mala  | _____ |

7. Durante el último mes, ¿cuántas veces habrá tomado medicinas (por su cuenta o recetadas por el médico) para dormir?

- |                              |       |
|------------------------------|-------|
| Ninguna vez en el último mes | _____ |
| Menos de una vez a la semana | _____ |
| Una o dos veces a la semana  | _____ |
| Tres o más veces a la semana | _____ |

8. Durante el último mes, ¿cuántas veces ha sentido somnolencia mientras conducía, comía, o desarrollaba alguna otra actividad?

- |                              |       |
|------------------------------|-------|
| Ninguna vez en el último mes | _____ |
| Menos de una vez a la semana | _____ |
| Una o dos veces a la semana  | _____ |
| Tres o más veces a la semana | _____ |

9. Durante el último mes, ¿ha representado para Vd. mucho problema el «tener ánimos» para realizar alguna de las actividades detalladas en la pregunta anterior?

- |                       |       |
|-----------------------|-------|
| Ningún problema       | _____ |
| Sólo un leve problema | _____ |
| Un problema           | _____ |
| Un grave problema     | _____ |

10. ¿Duerme Vd. solo o acompañado?

- |   |       |
|---|-------|
| Solo                                      | _____ |
| Con alguien en otra habitación            | _____ |
| En la misma habitación, pero en otra cama | _____ |
| En la misma cama                          | _____ |

POR FAVOR, SÓLO CONTESTE A LAS SIGUIENTES PREGUNTAS EN EL CASO DE QUE DUERMA ACOMPAÑADO.

Si Vd. tiene pareja o compañero de habitación, pregúntele si durante el último mes Vd. ha tenido:

- a) Ronquidos ruidosos.

- |                              |       |
|------------------------------|-------|
| Ninguna vez en el último mes | _____ |
| Menos de una vez a la semana | _____ |
| Una o dos veces a la semana  | _____ |
| Tres o más veces a la semana | _____ |

- b) Grandes pausas entre respiraciones mientras duerme.

- |                              |       |
|------------------------------|-------|
| Ninguna vez en el último mes | _____ |
| Menos de una vez a la semana | _____ |
| Una o dos veces a la semana  | _____ |
| Tres o más veces a la semana | _____ |

- c) Sacudidas o espasmos de piernas mientras duerme.

- |                              |       |
|------------------------------|-------|
| Ninguna vez en el último mes | _____ |
| Menos de una vez a la semana | _____ |
| Una o dos veces a la semana  | _____ |
| Tres o más veces a la semana | _____ |

- d) Episodios de desorientación o confusión mientras duerme.

- |                              |       |
|------------------------------|-------|
| Ninguna vez en el último mes | _____ |
| Menos de una vez a la semana | _____ |
| Una o dos veces a la semana  | _____ |
| Tres o más veces a la semana | _____ |

- e) Otros inconvenientes mientras Vd. duerme (Por favor, descríbalos a continuación):

---



---



---

- |                              |       |
|------------------------------|-------|
| Ninguna vez en el último mes | _____ |
| Menos de una vez a la semana | _____ |
| Una o dos veces a la semana  | _____ |
| Tres o más veces a la semana | _____ |

## CORRECCIÓN DEL CUESTIONARIO DE PITTSBURGH

El Índice de Calidad de sueño de Pittsburgh (PSQI) consta de 19 preguntas autoaplicada y de 5 preguntas evaluadas por la pareja del paciente o por su compañero/a de habitación (si éste está disponible). Sólo las preguntas auto-aplicadas están incluidas en el puntaje. Los 19 Items auto-evaluados se combinan entre sí para formar siete «componentes» de puntuación, cada uno de los cuales tiene un rango entre 0 y 3 puntos. En cualquier caso, una puntuación de 0 puntos indica que no existe dificultad, mientras que un puntuación de 3 indica una severa dificultad. Los siete componentes entonces se suman para rendir una puntuación global, que tiene un rango de 0 a 21 puntos, indicando una puntuación de 0 puntos la no existencia de dificultades, y una de 21 indicando severas dificultades en todas las áreas estudiadas.

Para corregir, proceda de la siguiente manera:

### Componente 1: Calidad subjetiva del sueño

Examine la pregunta n.º 6, y asigne la puntuación correspondiente:

Respuesta	Puntuación del componente 1
«Muy buena»	0
«Bastante buena»	1
«Bastante mala»	2
«Muy mala»	3

Puntuación del componente 1: \_\_\_\_\_

### Componente 2: Latencia de sueño

1.º Examine la pregunta n.º 2, y asigne la puntuación correspondiente:

Respuesta	Puntuación
< 6 = a 15'	0
16-30 minutos	1
31-60 minutos	2
> 60 minutos	3

Puntuación de la pregunta n.º 2: \_\_\_\_\_

2.º Examine la pregunta n.º 5a, y asigne la puntuación correspondiente:

Respuesta	Puntuación
Ninguna vez en el último mes	0
Menos de una vez a la semana	1
Una o dos veces a la semana	2
Tres o más veces a la semana	3

Puntuación de la pregunta n.º 5a: \_\_\_\_\_

3.º Suma las puntuaciones de las preguntas n.º 2 y n.º 5a

Suma de las puntuaciones de las preguntas n.º 2 y n.º 5a: \_\_\_\_\_

4.º Asigne la puntuación del componente 2 como sigue:

Suma de n.º 2 y n.º 5a	Puntuación
0	0
1-2	1
3-4	2
5-6	3

Puntuación del componente 2: \_\_\_\_\_

### Componente 3: Duración del sueño

Examine la pregunta n.º 4, y asigne las puntuaciones correspondientes:

Respuesta	Puntuación del componente 3
> 7 horas	0
6-7 horas	1
5-6 horas	2
< 5 horas	3

Puntuación del componente 3: \_\_\_\_\_

### Componente 4: eficiencia de sueño habitual

1.º Escriba aquí la cantidad de horas dormidas:

2.º Calcule el número de horas permanecidas en la cama:

Hora de levantarse (pregunta n.º 3) \_\_\_\_\_

Hora de acostarse (pregunta n.º 1) \_\_\_\_\_

Número de horas permanecidas en la cama: \_\_\_\_\_

3.º Calcule la eficiencia habitual de sueño como sigue:

(Número de horas dormidas/número de horas permanecidas en la cama) x 100 = Eficiencia habitual de sueño (%)

(\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_) x 100 = \_\_\_\_\_%



4.º Asigne la puntuación del componente 4 como sigue:

Eficiencia habitual de sueño%	Puntuación
> 85%	0
75-84%	1
65-74%	2
< 65%	3

Puntuación del componente 4: \_\_\_\_\_

#### Componente 5: Perturbaciones del sueño

1.º Examine las preguntas del n.º 5b al 5j, y asigne puntuaciones para cada pregunta según sigue:

Respuesta	Puntuación
Ninguna vez en el último mes	0
Menos de una vez a la semana	1
Una o dos veces a la semana	2
Tres o más veces a la semana	3

Puntuación n.º 5b: \_\_\_\_\_

n.º 5c: \_\_\_\_\_

n.º 5d: \_\_\_\_\_

n.º 5e: \_\_\_\_\_

n.º 5f: \_\_\_\_\_

n.º 5g: \_\_\_\_\_

n.º 5h: \_\_\_\_\_

n.º 5i: \_\_\_\_\_

n.º 5j: \_\_\_\_\_

2.º Sume las puntuaciones de las preguntas 5b a 5j:

Suma de 5b a 5j: \_\_\_\_\_

3.º Asigne la puntuación del componente 5 como sigue:

Suma de 5b a 5j	Puntuación del componente 5
0	0
1-9	1
10-18	2
19-27	3

Puntuación del componente 5: \_\_\_\_\_

#### Puntuación Global del PSQI

Sume las puntuaciones de los 7 componentes:

Puntuación total del PSQI: \_\_\_\_\_

#### Componente 6: Uso de medicación hipnótica

Examine la pregunta n.º 7 y asigne la puntuación que corresponda:

Respuesta	Puntuación
Ninguna vez en el último mes	0
Menos de una vez a la semana	1
Una o dos veces a la semana	2
Tres o más veces a la semana	3

Puntuación del componente 6: \_\_\_\_\_

#### Componente 7: Disfunción diurna

1.º Examine la pregunta n.º 8, y asigne las puntuaciones como sigue:

Respuesta	Puntuación
Ninguna vez en el último mes	0
Menos de una vez a la semana	1
Una o dos veces a la semana	2
Tres o más veces a la semana	3

Puntuación de la pregunta n.º 8: \_\_\_\_\_

2.º Examine la pregunta n.º 9, y asigne las puntuaciones como sigue:

Respuesta	Puntuación
Ningún problema	0
Sólo un leve problema	1
Un problema	2
Un grave problema	3

3.º Sume las puntuaciones de las preguntas n.º 8 y n.º 9:

Suma de n.º 8 y n.º 9: \_\_\_\_\_

4.º Asigne las puntuaciones del componente 7 como sigue:

Suma de n.º 8 y n.º 9	Puntuaciones
0	0
1-2	1
3-4	2
5-6	3

Puntuación del componente 7: \_\_\_\_\_

## - ANEXO III: CÁLCULO DE ESCALA DE SOMNOLENCIA DIURNA DE EPWORTH

### Escala de somnolencia de Epworth (ESE)

Valore las situaciones asociadas a la somnolencia:

#### Sentado y leyendo

- ☐ Sin posibilidad de adormecerse (0 puntos)
- ☐ Ligera posibilidad de adormecerse (1 punto)
- ☐ Posibilidad moderada de adormecerse (2 puntos)
- ☐ Posibilidad alta de adormecerse (3 puntos)

#### Viendo la televisión

- ☐ Sin posibilidad de adormecerse (0 puntos)
- ☐ Ligera posibilidad de adormecerse (1 punto)
- ☐ Posibilidad moderada de adormecerse (2 puntos)
- ☐ Posibilidad alta de adormecerse (3 puntos)

#### Sentado inactivo en un lugar público

- ☐ Sin posibilidad de adormecerse (0 puntos)
- ☐ Ligera posibilidad de adormecerse (1 punto)
- ☐ Posibilidad moderada de adormecerse (2 puntos)
- ☐ Posibilidad alta de adormecerse (3 puntos)

#### Sentado durante una hora como pasajero en un coche

- ☐ Sin posibilidad de adormecerse (0 puntos)
- ☐ Ligera posibilidad de adormecerse (1 punto)
- ☐ Posibilidad moderada de adormecerse (2 puntos)
- ☐ Posibilidad alta de adormecerse (3 puntos)

#### Tumbado por la tarde para descansar

- ☐ Sin posibilidad de adormecerse (0 puntos)
- ☐ Ligera posibilidad de adormecerse (1 punto)
- ☐ Posibilidad moderada de adormecerse (2 puntos)
- ☐ Posibilidad alta de adormecerse (3 puntos)

#### Sentado y hablando con otra persona

- ☐ Sin posibilidad de adormecerse (0 puntos)
- ☐ Ligera posibilidad de adormecerse (1 punto)
- ☐ Posibilidad moderada de adormecerse (2 puntos)
- ☐ Posibilidad alta de adormecerse (3 puntos)

#### Sentado tranquilamente después de una comida (sin consumo de alcohol en la comida)

- ☐ Sin posibilidad de adormecerse (0 puntos)
- ☐ Ligera posibilidad de adormecerse (1 punto)
- ☐ Posibilidad moderada de adormecerse (2 puntos)
- ☐ Posibilidad alta de adormecerse (3 puntos)

#### Sentado en un coche, detenido durante unos pocos minutos por un atasco

- ☐ Sin posibilidad de adormecerse (0 puntos)
- ☐ Ligera posibilidad de adormecerse (1 punto)

- ☐ Posibilidad moderada de adormecerse (2 puntos)
- ☐ Posibilidad alta de adormecerse (3 puntos)

Recuento total de puntos de criterios:

[Reiniciar el formulario](#)

## Interpretación de la ESE

<b>1 - 6 puntos:</b>	Sueño normal
<b>7 - 8 puntos:</b>	Somnolencia media
<b>9 - 24 puntos:</b>	Somnolencia anómala (posiblemente patológica)

## Referencias

1. Johns MW. A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth sleepiness scale. *Sleep*. 1991;14:540-5. PubMed ID: 1798888 [PubMed](#)

### Avisos legales y exención de responsabilidad

Toda la información contenida y generada por el sistema EBMcalc se ofrece únicamente para fines educativos. Esta información no debe emplearse para el diagnóstico o tratamiento de ninguna enfermedad o problema de salud. **EL PROPÓSITO DE ESTA INFORMACIÓN NO ES SUSTITUIR EL CRITERIO CLÍNICO NI ORIENTAR SOBRE EL TRATAMIENTO DE PACIENTES INDIVIDUALES DE NINGÚN MODO.** [Haga clic aquí para leer el aviso completo y la exención de responsabilidad.](#)

EBMcalc is Copyright © 1998-2018 Foundation Internet Services [Build 255428 v18.2]

## - ANEXO IV: ARTÍCULO EN PROCESO DE PUBLICACIÓN

Article

# Sleep quality as a predictor of frailty in Spanish people between 65 and 80 years. ModulEn project.

Elvira Casado-Ramírez <sup>1,2\*</sup>, Rafael Sánchez-del Hoyo <sup>3</sup>, Carolina Fernández-García <sup>4</sup>, Sonia García-Navarro <sup>5</sup>, Matías Jiménez Méndez <sup>6</sup>, Félix Pérez Herráiz <sup>7</sup>, Luisa Teixeira Santos <sup>8</sup>, Mario Pascual Carrasco <sup>9</sup>, María de los Angeles Rol de la Lama <sup>1,10</sup> and Teresa Moreno Casbas <sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup> Frailty and Healthy Ageing-CIBERFES; [e.casado@externos.isciii.es](mailto:e.casado@externos.isciii.es)

<sup>2</sup> Nursing and Healthcare, Research Unit (Investén-isciii), Madrid, Spain

<sup>3</sup> Complutense University of Madrid; Faculty of Statistics Studies, Madrid, Spain; [rafasa01@ucm.es](mailto:rafasa01@ucm.es)

<sup>4</sup> Ponferrada II Health Care Center, (SACYL), Ponferrada, Spain

<sup>5</sup> Los Rosales Health Care Center, (SAS) Huelva, Spain

<sup>6</sup> Condado Occidental Health Care Center, (SAS) Huelva, Spain

<sup>7</sup> Fingoi Health Care Center, (SERGAS), Lugo, Spain

<sup>8</sup> The Health Sciences Research Unit: Nursing, Nursing School of Coimbra, Coimbra, Portugal

<sup>9</sup> Telemedicine and e-Health Research Unit (ISCIII), Madrid, Spain.

<sup>10</sup> Department of Physiology, Faculty of Biology, University of Murcia, Murcia 30100, Spain

\* Correspondence: [mmoreno@isciii.es](mailto:mmoreno@isciii.es) (TMC); [e.casado@externos.isciii.es](mailto:e.casado@externos.isciii.es) (ECR)/ Tel.: (+34918222536 (TMC) ; +34918222566 (ECR)

**Abstract:** *Background:* The combination of aging societies and the tendency to lead a lifestyle with irregular eating and poor sleeping schedules is increasing frailty in people over 65 years of age. This prolonged deterioration produces chronodisruption, an internal temporal order of biochemical, physiological and behavioral circadian rhythms. This may have serious consequences, not only at the individual level but also at the socioeconomic level, affecting health care and social services systems. *Methods:* Multicenter descriptive observational study on sleep quality and frailty in non-institutionalized persons aged 65-80 years assigned to public health centers. Sleep quality was measure either by PSQI, ESS and KRONOWISE® 2.0 device; *Results:* 480 patients were recruited and analyzed through descriptive and bivariate analysis. Mayor finding supported that frail and pre-frail subjects had greater difficulty in sleeping. Our subjects have moderate physical activity and only less than 10% are classified as a frailty person; *Conclusions:* it was not possible to find a statistically significant association with sleep quality as a predictor of frailty, although the results found support the need for studies involving follow-up of this age group in order to verify this incipient association.

**Keywords:** frailty 1; sleep quality 2; circadian health 3, older adults 4, predictive model 5, chronodisruption 6, health care 7, physical activity 8.

**Citation:** Lastname, F.; Lastname, F.; Lastname, F. Title. *Healthcare* **2021**, *9*, x. <https://doi.org/10.3390/xxxxx>

Academic Editor: Firstname Lastname

Received: date

Accepted: date

Published: date

**Publisher's Note:** MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



**Copyright:** © 2021 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

## 1. Introduction

In the current society of developed countries, we find two situations of special interest for the planning and provision of health and social services [1].

1. Since the middle of the 20th century, their demography has been characterized by a strong aging. Specifically in Spain, this trend is much more accentuated than in other European countries; it is estimated that in 2050 the population over 65 years of age will reach 16 million, which would correspond to 30% of the total population. This population group, despite being heterogeneous, has a high prevalence of chronic pathologies and dependency [2].

2. Tendency to lead a lifestyle with irregular eating and sleeping schedules, sedentary and with little exposure to sunlight, which has an impact by altering people's internal circadian rhythms [3]. This prolonged deterioration of the internal temporal order of biochemical, physiological and behavioral circadian rhythms [3] produces chronodisruption [4], that has negative effects on the aging process of individuals [5].

The combination of these two factors results in increased frailty in people over 65 years of age. Frailty is a clinical entity understood in its definition as the lack of effectiveness of repair mechanisms to maintain homeostasis, which leads to the accumulation of cellular damage that ends up having repercussions on the various physiological systems [6]. This may have serious consequences, not only at the individual level but also at the socioeconomic level, since it is associated with greater morbidity, early mortality, high use of social and health care resources, and poor quality of life [7]. Its prevalence is 10.7% in those over 65 years of age and more than 25% in those over 85 years of age [8].

Considering that frailty can be a reversible situation and its negative consequences, the establishment of a predictive model that allows its prevention at the primary and secondary levels is a priority and fundamental. As seen above, among the factors associated with its appearance is the degree of chronodisruption, which is influenced by easily identifiable elements that can be modified through health education by means of behavioral changes [3].

The early detection of chronodisruption, by accurately identifying its risk factors, can benefit from the use of technologies, as has already been demonstrated by the European Innovation Partnership on Active and Healthy Aging (EIP on AHA) [9] initiative through innovative methods with proven validity [10].

In view of the above, the main objective of the present study is to explore the possible role of sleep quality as a predictor of frailty in people aged between 65 and 80 years. It also has a series of specific objectives, which are to describe the sleep quality, daytime sleepiness and chronotype of the subjects included in the study; to determine their state of frailty, and to detail their level of physical activity.

## 2. Materials and Methods

Multicenter descriptive observational study on sleep quality and frailty in non-institutionalized persons aged 65-80 years assigned to public health centers in Lugo, Ponferrada and Huelva (Spain). Subjects with moderate-severe cognitive impairment or with visual or hearing impairment were excluded. An initial population of 480 subjects was estimated, accepting an alpha risk of 0.05, a precision of  $\pm 0.04$  in bilateral contrast and a loss rate of 10%. Data were collected from all subjects who met the study criteria and signed the informed consent form. Sociodemographic variables, self-reported clinical variables and physical activity were collected through the IPAQ-E questionnaire [11]. Sleep quality was measured by means of the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) [12] and daytime sleepiness by means of the Epworth Sleepiness Scale (ESS) [13]. To collect data on the frailty variable, the FRAIL scale [14] was used.

The Spanish version of the IPAQ-E questionnaire includes seven open-ended questions referring to the physical activities carried out by older adults in the last seven days, obtaining the time spent at rest, the time spent walking and the time spent doing moderate or vigorous activities. Once the questionnaire has been completed, and using reference MET values (walking: 3.3 METs, moderate PA: 4 METs, vigorous PA: 8 METs), the weekly PA level is calculated by multiplying the METs by the minutes and days spent in each activity. The values are summed to obtain the METs per minute per week (MMS) and the subjects are distributed into three activity categories: high (3 or more days of vigorous PA or accumulating 1,500 MMS or 7 or more days of any combination reaching 7,000 MMS), medium (3 or more days of vigorous PA at least 20 min/day, or 5 or more days of moderate PA, or walking at least 30 min/day, or any combination of PA reaching 600 MMS), and low (not reaching 600 MMS).

The PSQI was developed with the understanding that the essential elements that characterize good sleep are mainly subjective and may vary between individuals. The PSQI assesses the sleep quality of the month prior to the evaluation. The items of the PSQI are organized into seven components: 1) Subjective sleep quality, 2) Sleep latency, 3) Sleep duration, 4) Habitual sleep efficiency, 5) Sleep disturbances, 6) Use of sleeping medication, and 7) daytime dysfunction. The PSQI is self-completed by the respondent, and it takes 5-10 minutes to complete the questionnaire; the scoring varies between 0 and 3. In this way, the maximum last score is 21 points and the minimum score is 0. According to the authors, a score lower than 5 points would indicate that the respondent is a "good sleeper" while ratings greater than 5 points would be indicative of poor sleep quality and moderate difficulties in three components or serious difficulties in at least two components of the seven that are evaluated.

The Epworth Sleepiness has been designed to measure general level of daytime sleepiness. Assesses the responder's propensity to doze or fall asleep during 8 common daily activities, such as: sitting and reading; sitting inactive in a public place; sitting and talking to someone; sitting quietly after a lunch without alcohol; or in a car, while stopped for a few minutes in traffic. Propensity for dozing is rated for each situation on a 4-point scale, from 0, indicating "would never doze," to 3, indicating a "high chance of dozing." Adding the scores for each of the 8 questions yields a total score ranging from 0-24. An ESS score >10 suggests excessive daytime sleepiness (EDS). An ESS score  $\geq 16$  suggests a high level of EDS. Scores within this range are generally associated with significant sleep disorders, including narcolepsy. A high ESS score is suggestive of EDS only and is not diagnostic for a specific sleep disorder. Patients with EDS (ie, ESS >10) may need to be evaluated for a potential sleep disorder, including narcolepsy.

The FRAIL Questionnaire assesses five components: Fatigue, Resistance, Ambulation, Illnesses, and Loss of weight and creates an acronym to facilitate utilization (FRAIL). The scale is entirely based on self-report and scores range from 0-5 and represent frail (3-5), pre-frail (1-2), and robust (0) health status.

Observational descriptive analysis was performed, 95% confidence intervals were calculated using the statistics according to the type of variable. For bivariate association, the chi-square test or Fisher's exact test was used. The voluntariness of participation was ratified by the signing of consent and the approval of the research ethics committee of the Instituto de Salud Carlos III (ISCIII) and of the respective institutions where the data were collected. All procedures guaranteed the security and confidentiality of the data.

### 3. Results

#### 3.1. Sociodemographic results

Of the 480 study subjects, a response rate of 92.29% (n=443) was obtained. Eighty-five percent were subjects who had a scheduled visit to their health center between September 2018 and December 2019. A 51.72% (n=229) were female, the mean age of males and females was 71.17 years (SD 9.69). A 71.76% were married; 19.13% widowed, with close to 4.33% and 4.73% being divorced and single categories, respectively. A 39.7% had primary education followed by 16.9% who had completed university studies and 14.5% who had completed secondary education.

#### 3.2. Clinical results

- Regarding Body Mass Index (BMI) 49.7% (n=220) of the study subjects were between 25 and 29.99, a range considered as obesity [15], 30.7% (n=136) had a BMI greater than 30 and the BMI of 0.6% of the subjects (n=3) exceeded 43.
- Clinical variables and drug consumption: 63.8% (n=275) reported hypertension, 20.1% (n=84) reported anxiety, 12.8% (n=57) had thyroid dysfunction and 10.3% (n=46) had factors that could affect sleep quality (sleep apnea, narcolepsy and restless legs). Considering polypharmacy as the intake of more than three drugs, we

- observed that 19.1% of our subjects (n=85) presented this characteristic. Only 1.8% (n=7) reported taking melatonin;
- The study subjects reported a daily mean sedentary lifestyle of 4.90 hours, discounting the time spent in bed. The standard deviation is 2.3 hours;
- In terms of self-reported exercise according to the IPAQ-E questionnaire [11], those doing low physical activity were 17.2% (n=76), moderate physical activity 44.6% (n=197) and vigorous physical activity 38.2% (n=169).

Study subjects reported a mean sleep quality of 7.79 (n=405), with a standard deviation of 4.31. The results by factors are detailed in Table 1. Taking into account the cut-off point equal to or less than 5 established by Buysse in 1989 [12], in our study 35.1% (n=142) presented good subjective sleep quality; 56.8% (n=230) presented poor subjective sleep quality and 8.1% (n=33) declared it as very poor.



**Table 1.** Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) components.

PSQI component	n	$\chi$	SD
Sleep quality	438	1.26	0.73
Sleep latency	428	1.45	1.12
Sleep duration	433	1.05	1.04
Sleep efficiency	423	1.56	1.20
Sleep disturbance	443	1.04	0.60
Sleep medication	439	0.76	1.26
Daytime sleep disfunction	434	0.47	0.65
PSQI global score	405	7.79	4.27

<sup>1</sup> Respondents (n); Mean ( $\chi$ ); Standard Deviation (SD)

In terms of daytime sleepiness, 25.8% (n=101) presented abnormalities, 11.7% (n=46) presented a medium level of daytime sleepiness and 62.5% (n=245) did not declare daytime sleepiness features.

In terms of frailty, 60% (n=265) scored as non-frail, 30.8% (n=136) as pre-frail and 9.2% (n=41) presented frailty.

When we compared those who had no difficulty in sleeping (0-5 on the PSQI scale) with the data obtained in the FRAIL questionnaire and the Epworth (ESS) (Table 2), we obtained that frail and pre-frail subjects had greater difficulty in sleeping with a chi-square of 15.198 ( $p < 0.000$ ).

**Table 2.** Cross-frequency tables.

PITTSBURGH (PSQI)	FRAIL = 0	FRAIL = 1	Chi-square tests
0	104	39	
1	137	125	
Total	241	164	
			15.198 (p<0.000)
EPWORTH (EPS)	FRAIL = 0	FRAIL = 1	
0	179	112	
1	59	42	
Total	238	154	
			0.186 (p=0.667)

#### 4. Discussion

The present study aimed to explore the possible role of sleep quality as a predictor variable of frailty in people between 65 and 80 years of age. The response rate in our study was high (92.29%), although taking into account that 85% were subjects who attended their health center on a scheduled basis, the response rate (appointment) was to be expected given the consolidated relationship that these patients usually have with their nurse [16].

The socio-demographic data show a slight majority of women around 72 years of age on average and mostly married. Only one-fifth of our sample had a university education and one-third had completed primary school. These characteristics show that the study population resembles the general population of these study territories according to the official population figures of the municipal census of January 2020 [17].

Regarding Body Mass Index (BMI) in our study almost half were in a range considered as slightly obese, a third could be considered obese and finally a percentage of less than 1% had a BMI that exceeded the figure of 43. According to the 2014 European survey [18], in Spain in people over 65 years of age, about 68% are obese or overweight, so the data of our sample resembles these percentages. Obesity is a factor that can influence sleep quality in both directions. On the one hand, in addition to the pattern of caloric intake and physical activity, recent observational and experimental data support the idea that an inadequate sleep pattern (quantity, quality, schedule) could contribute to early metabolic alterations, leading to greater weight gain and risk of obesity in various groups [19].

Conversely, people who are overweight or obese are more likely to suffer from respiratory disorders during sleep, which could worsen its quality; this may also be caused by the fact that people who suffer from obesity tend to have low physical activity, which will also make sleep onset and sleep quality more difficult. In this sense, the study subjects reported that during the day they remained seated for an average of almost 5 hours. However, when reporting their physical activity, only 17% reported low activity, while the rest reported moderate physical activity (45%) and vigorous physical activity (38%). These data are different from those found by Rubio in 2017 [11], where, in a sample with similar characteristics, they found that 18.7% of the subjects self-reported moderate activity and 22.3% vigorous. The differences found between both studies may be due to a selection bias since the sample of both studies was through convenience sampling, and could have included in this study subjects with better health status, which explain these differences.

Most of our participants reported being hypertensive and only in percentages of less than 20% did they report anxiety, thyroid dysfunction or other factors that could be related to poorer sleep quality. These data coincide with the good health status of the participants in the different studies that have been carried out in this age group with samples that attend consultations on demand at the primary care centers of our NHS. They also coincide with the data published from the 2017 National Health Survey [20]. The data on health status agree that only 20% of our subjects were consumers of 3 or more medications. The consumption of melatonin, taking into account that in our country it is



Bearing in mind the importance in our study of measuring sleep quality, the following data refer to this aspect. The data obtained through the PSQI questionnaire show that almost two thirds of the sample perceive their sleep quality to be between good or very good, with the rest of the subjects perceiving it to be quite poor or very poor. If we take into account some of the components of this scale, the perceived duration of sleep is more than 7 hours in almost 80% of the subjects. Regarding efficiency, the data show the same percentages as in the global PSQI data. If we take into account nighttime awakenings, we observe that almost half of our subjects wake up during the night more than 3 times a week compared to 20% who have not woken up at all during the last month. The most frequent reason causing these awakenings is going to the toilet, reported by 56%. Coughing or snoring aches and pains, and nightmares are reported by about one third of our sample. The subjects in our study do not report consumption of any type of hypnotic medication.

If we take into account the fact whether sleeping alone or in company, either in the same bed or in different beds, we could conclude that this fact affects with a significance of  $p < 0.05$  the perceived sleep quality.

Coincident with the data reported in the PSQI questionnaire, the Epworth data reflect a slightly lower percentage of one-third have no daytime sleepiness features, with the percentage of those with abnormalities being almost 26%. The data presented are in agreement with the data obtained in older people under 80 years of age from Durán (2015) [22] and are higher than those observed in Australian population [23].

In terms of frailty, our sample is made up of a majority of robust or pre-frail subjects, with only a percentage of less than 10% presenting frailty as measured by the FRAIL questionnaire. According to the "Consensus document on frailty and falls prevention" of the Ministry of Health, approximately 10% of the population over 65 years of age living in the community is frail, a percentage similar to that shown by the results of this study [24].

When we explore the relationship between sleep quality as a predictor variable of frailty and the data obtained through the Epworth questionnaire, we do not obtain results that allow us to conclude that there is an association between the FRAIL data and this questionnaire. However, when the comparison is made between the PSQI and the FRAIL, the data reflect a significant association ( $p < 0.000$ ). The sample of our study, as we have already commented, contains a low percentage of frail subjects, which could explain the possible lack of association with the Epworth questionnaire. However, the PSQI has greater sensitivity when establishing the perceived quality of sleep, which could favor a possible association between the two scales. There are no published studies relate these two sleep quality questionnaires with frailty measured by FRAIL. This reinforces the need for follow-up observational studies to determine sleep quality as a prognostic factor for frailty.

## 5. Conclusions

In people between 65 and 80 years of age attending primary care nursing consultations in Huelva, Lugo and Ponferrada (León), we found that they have a moderately good sleep quality with low daytime sleepiness. The recruitment of the sample may have contributed to the selection of subjects with a good health status and a percentage of frailty similar to that of the general population. The physical activity reported by the study subjects is higher than that found in other studies with this same population group. Finally, as this was a descriptive study, it was not possible to find a statistically significant association with sleep quality as a predictor of frailty, although the results found support the need for studies involving follow-up of this age group in order to verify this incipient association.

**Author Contributions:** For research articles with several authors, a short paragraph specifying their individual contributions must be provided. The following statements should be used “Conceptualization, E.C.R., M.P.C., M.A.R.L. and T.M.C.; methodology, E.C.R., M.P.C., M.A.R.L. and T.M.C.; formal analysis, E.C.R., R.S.H. and T.M.C.; data curation, S.G.N., M.J.M., F.P.H. and L.S.; writing—original draft preparation, E.C.R., R.S.H., C.F.G. and T.M.C.; All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

**Funding:** This research was funded by FUNDACIÓN GENERAL CSIC, grant number POCTEP 0348\_CIE\_6\_E.

**Institutional Review Board Statement:** The study was conducted according to the guidelines of the Declaration of Helsinki, and approved by the Institutional Review Board (or Ethics Committee) of INSTITUTO DE SALUD CARLOS III (protocol code CEI PI 56\_2018-of 5<sup>th</sup> of July, 2018).

**Informed Consent Statement:** Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

**Data Statement:** Study data were collected and managed using REDCap electronic data capture tools hosted at redcap.uiotes.isciii.es. REDCap (Research Electronic Data Capture) is a secure, web-based software platform designed to support data capture for research studies, providing 1) an intuitive interface for validated data capture; 2) audit trails for tracking data manipulation and export procedures; 3) automated export procedures for seamless data downloads to common statistical packages; and 4) procedures for data integration and interoperability with external sources.

**Acknowledgments:** Fernando López Rodríguez, Ricardo Sánchez de Madariaga, Jesús Miguel Lamela Escobar, María de los Ángeles Dono Díaz, Juan Ramón Fernández Saavedra, M<sup>a</sup> Jesús Pérez Taboada and all clinicians and subjects who has collaboration data collection.

**Conflicts of Interest:** The authors declare no conflict of interest. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses, or interpretation of data; in the writing of the manuscript, or in the decision to publish the results.

## References

- Clegg A.; Young J.; Iliffe S.; Rikkert M.O.; Rockwood K. Frailty in elderly people. *Lancet*, **2013**, 381(9868), 752–762. doi:10.1016/S0140-6736(12)62167-0.
- Abades M.; Rayón E. El envejecimiento en España, ¿un reto o problema social? *Gerokomos*, **2012**, 23(4), 151–155, doi:10.4321/S1134-928X2012000400002.
- Ortiz-Tudela E.; Bonmati-Carrión M.A.; de la Fuente M.; Mendiola P. La cronodisrupción como causa de envejecimiento. *Rev Esp Geriatr Gerontol*, **2012**, 47(4), 168–173. doi: 10.1016/j.regg.2011.09.013.
- Erren T.; Reiter R. Defining chronodisruption. *J Pineal Res* **2009**, 46(3), 245–247.
- Martínez-Nicolás A.; Madrid J.A.; García F.J.; Campos M.; Moreno-Casbas M.T.; Almada-Pagán P.F.; et col. Circadian monitoring as an aging predictor. *Sci Rep*, **2018**, 8:15027. doi: 10.1038/s41598-018-33195-3.
- Lang P.; Michel J.; Zekry D. Frailty syndrome: a transitional state in a dynamic process. *Gerontol* **2009**, 55(5), 539–549.
- Collard R.; Boter H.; Schoevers R.; Oude Voshaar R. Prevalence of Frailty in Community-Dwelling Older Persons: A Systematic Review. *J Am Geriatr Soc* **2012**, 60(8), 1487–1492.
- Portilla M.E.; Tórner F.; Gil P. La fragilidad en el anciano con enfermedad renal crónica. *Nefrología (Madr.) [Internet]*. 2016 Dic, 36(6), 609–615.
- European Innovation Partnership on Active and Healthy Aging. A compilation of good practices. Development of Interoperable and Independent Living Solutions, **2016**, 120 p. Available online: [https://ec.europa.eu/eip/ageing/sites/eipaha/files/library/53ba50c70d853\\_C2%20Action%20Group%20-%20A%20compliance%20of%20Good%20Practices%20-%20first%20edition.pdf](https://ec.europa.eu/eip/ageing/sites/eipaha/files/library/53ba50c70d853_C2%20Action%20Group%20-%20A%20compliance%20of%20Good%20Practices%20-%20first%20edition.pdf) (accessed on 26th April 2021)
- Bonmati-Carrión, M.A.; Middleton, B.; Revell, V. L.; Skene, D. J.; Rol, M. A.; Madrid, J. A. Validation of an innovative method, based on tilt sensing, for the assessment of activity and body position, *Chronobiology International*, **2015**, 32:5, 701–710, doi: 10.3109/07420528.2015.1016613.
- Rubio Castañeda, F. J.; Aznar, Tomás, C.; Muro Baquero.; C. Medición de la actividad física en personas mayores de 65 años mediante el IPAQ-E: validez de contenido, fiabilidad y factores asociados. *Revista Española de Salud Pública*, **2017**, 91( ), 1–12 ISSN: 1135-5727. Available online: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17049838010> (accessed on 21th April 2021)
- Byssse, D.J.; Reynolds, C.F.; Monk, T.H.; Berman, S.R.; Kupfer, D.J. The Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI): A new instrument for psychiatric research and practice. *Psychiatry Research*, **1989**, 28(2), 193–213.
- Johns MW. A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth Sleepiness Scale. *Sleep*, **1991**; 14: 50–55.
- Woo, J. et al. Frailty Screening in the Community Using the FRAIL Scale. *Journal of the American Medical Directors Association*, Volume 16, Issue 5, 412 – 419
- Bray G, Bouchard C, James WPT. Definitions and proposed current classifications of obesity. In *Handbook of obesity*; Bray, G.A., Bouchard, C., Publisher: Marcel Dekker, Unite States of America, 1998, 31–40.
- Muñoz Devesa, A.; Morales Moreno, I.; Bermejo Higuera, J.C.; Galán González Serna, J.M. La Relación de ayuda en Enfermería. *Index de Enfermería*, **2014**, 23(4), 229–233. doi:10.4321/S1132-12962014000300008
- Instituto Nacional de Estadística. Padrón. Población por municipios. Available online: [https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/categoria.htm?c=Estadistica\\_P&cid=1254734710990](https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/categoria.htm?c=Estadistica_P&cid=1254734710990) (accessed on 21th April 2021).
- Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. La salud de la población en España. Resultados de la Encuesta Europea de Salud en España EESE 2014. Madrid: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2017. Available online: [https://www.mscbs.gob.es/estadEstudios/estadisticas/EncuestaEuropea/pdf/EESE14\\_inf.pdf](https://www.mscbs.gob.es/estadEstudios/estadisticas/EncuestaEuropea/pdf/EESE14_inf.pdf) (accessed on 21th April 2021).
- Chamorro, R.A.; Durán, S.A.; Reyes, S.C.; Ponce R, Algarín C.R.; Peirano P.D. La reducción del sueño como factor de riesgo para obesidad. *Rev. méd. Chile*, **2011**, 139( 7 ), 932–940. doi:10.4067/S0034-98872011000700017.
- Encuesta Nacional de Salud 2017. Madrid: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2017. Available online: <https://www.mscbs.gob.es/estadEstudios/estadisticas/encuestaNacional/encuestaNac2017/encuestaResDetalle2017.htm> (accessed on 21th April 2021).
- Actualización condiciones de uso de melatonina en complementos alimenticios. Agencia Española de Consumo Seguridad Alimentaria y Nutrición. Available online: [https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/noticias\\_y\\_actualizaciones/noticias/2013/melatonina.htm](https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/noticias_y_actualizaciones/noticias/2013/melatonina.htm) (accessed on 21th April 2021).
- Durán Agüeroa, S.; Sánchez Reyes, H.; Díaz Narváez, Araya Pérez, V. Factores asociados a la somnolencia diurna en adultos mayores chilenos. *Revista Española de Geriatria y Gerontología*, **2015**, 50(6), 270–273. doi: 10.1016/j.regg.2015.02.008
- Vashum K.P.; McEvoy M.A.; Hancock S.J.; Islam M.R.; Peel R.; Attia J.R.; Milton A.H. Prevalence of and associations with excessive daytime sleepiness in an Australian older population. *Asia Pac J Public Health*. **2015**, Mar27(2). doi: 10.1177/1010539513497783.
- Consenso sobre prevención de fragilidad y caídas en el SNS. Guía para desarrollar programas de actividad física multicomponente en recursos comunitarios y locales. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2017. Available online:

## - ANEXO V: CÓDIGO DE R UTILIZADO: CHS VS. PSQI

```
datos_finales_1 <- read.csv2("datos_para_concordancia.csv")

# GRÁFICOS DE BLAND Y ALTMAN PARA CHS VS PSQI
# Preparación de los datos
chs <- (datos_finales_1$CHS_n - mean(datos_finales_1$CHS_n)) / sd(datos_finales_1$CHS_n)
psqi <- (datos_finales_1$PSQI - mean(datos_finales_1$PSQI)) / sd(datos_finales_1$PSQI)

diferencia <- psqi - chs
media <- (psqi + chs) / 2
porcentaje <- ((diferencia / media) * 100)
datos_chs <- data.frame(chs, psqi, diferencia, media, porcentaje)

library(ggplot2)

ggplot(data = datos_chs, aes(x = media, y = diferencia)) +
  geom_point(size = 1.5, pch = 1, col = "black") +
  labs(title = "Bland-Altman plot. PSQI vs. CHS", x = "media método X e Y",
        y = "método X - método Y") +
  ylim(mean(datos_chs$diferencia) - 4 * sd(datos_chs$diferencia),
        mean(datos_chs$diferencia) + 4 * sd(datos_chs$diferencia)) +
  geom_hline(yintercept = mean(datos_chs$diferencia), lwd = 1) +
  geom_hline(yintercept = mean(datos_chs$diferencia) +
              1.96 * sd(datos_chs$diferencia),
              lty = 2, col = "firebrick") +
  geom_hline(yintercept = mean(datos_chs$diferencia) -
              1.96 * sd(datos_chs$diferencia),
              lty = 2, col = "firebrick") +
  theme(panel.grid.major = element_blank(),
        panel.grid.minor = element_blank()) +
  theme_bw() + theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))

# CÁLCULO ÍNDICE KAPPA DE COHEN:
library(psych)
cokapp1 <- cohen.kappa(x <- cbind(datos_finales_1$CHS_n, datos_finales_1$PSQI))
cokapp1$kappa
cokapp1$confid

# CÁLCULO ÍNDICE KAPPA PONDERADO CON PESOS DE CICCETTI AND ALLISON (1971):
w <- matrix(c(1,0.5,0, 0.5,1,0.5,0,0.5,1),ncol= 3)
cokapp1 <- cohen.kappa(x <- cbind(datos_finales_1$CHS_n, datos_finales_1$PSQI), w=w)
cokapp1$weighted.kappa
cokapp1$confid

# CÁLCULO COEFICIENTE DE CORRELACIÓN INTRACLASE:
icc <- ICC(matrix(c(datos_finales_1$CHS_n, datos_finales_1$PSQI), ncol = 2))
icc$results

# MODELOS MIXTOS CON INTERCEPT ALEATORIA
# CHS: ÍNDICE DE SALUD CRONOBIOLOGICA
lme1 <- lme(CHS_n ~ PSQI, random= ~1|prov_centro, # siendo prov_centro los centros del estudio
            data=datos_finales_1, na.action= na.omit)
summary(lme1) # significativo

lme2 <- lme(CHS_n ~ PSQI + ESE, random= ~1|prov_centro,
            data=datos_finales_1, na.action= na.omit)
summary(lme2) # no significativo
```

## - ANEXO VI: INICIO DE CÓDIGO DE R UTILIZADO PARA ORGANIZACIÓN DE LOS DATOS

```
direccion_carpeta <- dirname(rstudioapi::getSourceEditorContext())$path)
# Librerías necesarias, primero las instalamos y después las cargamos
# install.packages(tidyverse)
# install.packages(stringr)
# install.packages(pdftools)
# install.packages(lubridate)
library(tidyverse)
library(stringr)
library(pdftools)
library(lubridate)

# Creamos una tabla vacía, para ir añadiendo posteriormente con el bucle
datos <- data.frame()
# A continuación tenemos el bucle que irá metiendo los datos en una sola tabla.
# El bucle lo empezamos con el nombre de las carpetas de las ciudades y después
# por centros, de esta forma recorre todas las carpetas para seleccionar
# cada uno de los documentos.

provincia_1 <- list.files(direccion_carpeta)

for(provincia in provincia_1){
  direccion_carpeta_prov <- setwd(paste0(direccion_carpeta, "/", provincia))
  centro_1 <- list.files(direccion_carpeta_prov)
  for(centro in centro_1){

    pais_cod <- "2"

    if(provincia == "Lugo"){
      provincia_cod <- "27"
    }
    if(provincia == "Ponferrada"){
      provincia_cod <- "24"
    }
    if(provincia == "Huelva"){
      provincia_cod <- "21"
    }
  }
}
```